

JAHRBUCH AGRARTECHNIK

YEARBOOK AGRICULTURAL ENGINEERING

Herausgeber/Editor:
Prof. Dr. Ludger Frerichs



JAHRBUCH AGRARTECHNIK

YEARBOOK AGRICULTURAL ENGINEERING

Jahrbuch Agrartechnik / Yearbook Agricultural Engineering 2016

Band 28 / Volume 28

Vorwort

Mit dem *Jahrbuch Agrartechnik* wollen wir unserer zukunftsorientierten wie zugleich auch bewahrenden Branche mit inhaltsreichen Informationen wieder das Ergebnis des wertvollen Engagements unserer Autoren zukommen lassen. Daher haben wir das *Jahrbuch Agrartechnik* in schon gewohnter Prozedur mit seinem 28. Band veröffentlicht. Der Gesamtband sowie die Einzelbeiträge können über die Homepage www.jahrbuch-agrartechnik.de gebührenfrei heruntergeladen werden und stehen dadurch der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung.

Mein besonderer Dank gilt den Verfassern der Beiträge aus dem In- und Ausland, die gemeinnützig wieder keine Mühen gescheut haben, um das vorliegende Jahrbuch attraktiv und aufschlussreich zu gestalten. Dies hat dazu geführt, dass das Jahrbuch zu einem Aushängeschild der deutschen Landtechnik und zu einem anerkannten Nachschlagewerk geworden ist.

Viele Einzelbeiträge haben das optionale Review-Verfahren durchlaufen. Mein Dankeschön an das Kollegium für die kritische Durchsicht dieser Beiträge und in diesem Sinne mein Dank an die Agrartechnik-Community in der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI.

Allen Leserinnen und Lesern darf ich wünschen, dass ihnen das *Jahrbuch Agrartechnik 2016* wieder gute Dienste erweist.

Preface

With the *Yearbook Agricultural Engineering*, we want to provide our future-oriented as well as preserving industry with in-depth information the result of the valuable commitment of our authors. That is why we have published the *Yearbook Agricultural Engineering* in the usual procedure with its 28th volume. The complete volume as well as the individual contributions can be downloaded free of charge via the homepage www.jahrbuch-agrartechnik.de and are therefore available to the interested public.

My special thanks go to the authors of contributions from Germany and abroad, who have not spared any effort to make this yearbook attractive and informative. This has led to the fact that the *Yearbook Agricultural Engineering* has become an important feature of German agricultural engineering and a recognized reference book.

A number of contributions have passed the optional review process. According to this my thanks to the colleagues for supporting the review process and in this respect my thanks to the entire community in the VDI Max Eyth Society for Agricultural Engineering.

May the *Yearbook of Agricultural Engineering 2016* be of good service for all readers.



Prof. Dr. Ludger Frerichs

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2016*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017.

Frerichs, Ludger (ed.): *Yearbook Agricultural Engineering 2016*. Braunschweig: Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, 2017.

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64163>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de>

Allgemeine Entwicklung

Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen.....	7
Der internationale Landtechnikmarkt.....	14
Technische Regelwerke.....	22

Automatisierungstechnik

Kommunikationssysteme.....	30
Assistenzsysteme.....	37

Traktoren

Gesamtentwicklung Traktoren.....	45
Motoren und Getriebe bei Traktoren.....	55
Reifen – Reifen/Boden-Verhalten.....	66
Hydraulik in Traktoren und Landmaschinen.....	75
Fahrdynamik – Fahrsicherheit – Fahrerplatz.....	84

Bodenbearbeitungstechnik

Bodenbearbeitungstechnik.....	94
-------------------------------	----

Sätechnik

Sätechnik.....	102
----------------	-----

Pflanzenschutz-, Dünge- und Bewässerungstechnik

Mineralische Düngung.....	112
Pflanzenschutztechnik.....	118

Halmguterntetechnik

Halmgutmähen und Halmgutwerben.....	126
Halmgutbergung.....	134

Körnererntetechnik

Körnerkonservierung.....	145
--------------------------	-----

Technik für den Hackfruchtanbau

Zuckerrübentechnik.....	153
-------------------------	-----

Technik in der Tierhaltung

Technik in der Rinderhaltung.....	160
Technik in der Geflügelhaltung.....	172

Bioverfahrens- und Umwelttechnik

Möglichkeiten zur Emissionsvermeidung und – verminderung.....	181
--	-----

Agrartechnik in Tropen- und Transformationsländern

Agrartechnik in Transformationsländern.....	190
---	-----

Prüfwesen

Prüfwesen und Qualitätssicherung.....	196
---------------------------------------	-----

Geschichte der Agrartechnik

Geschichte der Agrartechnik.....	206
----------------------------------	-----

General Development

Agricultural Environment.....	7
The Agricultural Machinery Market.....	14
Technical Regulation.....	22

Automation Engineering

Communication Systems.....	30
Assistance Systems.....	37

Tractors

Agricultural Tractor Development.....	45
Tractor Engines and Transmission.....	55
Tyres - Tyre-Soil-Interaction.....	66
Hydraulic in Tractors and Agricultural Machinery.....	75
Ride Dynamics – Ride Safety – Driver's Place.....	84

Cultivation Technology

Cultivation Technology.....	94
-----------------------------	----

Sowing

Seeding Technology.....	102
-------------------------	-----

Plant Protection, Fertilizing and Irrigation

Mineral Fertilizing.....	112
Plant Protection.....	118

Crop Harvesting

Mowing and Treatment of Hay.....	126
Crop Harvesting.....	134

Grain Harvesting

Grain preservation.....	145
-------------------------	-----

Root Crop Engineering

Sugar Beet Technology.....	153
----------------------------	-----

Livestock Engineering

Technologies for Cattle Husbandry.....	160
Technologies for Poultry Husbandry.....	172

Bio and Environmental Engineering

Possibilities for reducing emissions.....	181
---	-----

Agricultural Engineering in Tropic and Transformation Countries

Agricultural Engineering in Transformation Countries.....	190
--	-----

Test Engineering

Test Engineering and Quality Assurance.....	196
---	-----

History of Agricultural Engineering

History of Agricultural Engineering.....	206
--	-----

DLG-TrendmonitorEurope: Fokus auf Innovationen bei Wirtschaftsdüngerausbringung und Tierwohl

Achim Schaffner, Fachgebietsleiter Ökonomie
DLG e.V., Frankfurt am Main

Kurzfassung

Niedrige Erzeugerpreise haben landwirtschaftliche Unternehmer im Jahr 2016 vor große wirtschaftliche Herausforderungen gestellt. Insbesondere Tierhalter standen vor der Herausforderung, in dem rund zwei Jahre anhaltenden Preistief die Zahlungsfähigkeit zu sichern. In diesem Umfeld haben sowohl Tierhalter als auch Marktfruchterzeuger Investitionen zurückgestellt. Darüber hinaus sorgt die gesellschaftliche Diskussion um die Produktionsverfahren der Landwirtschaft in Deutschland für ein unsicheres wirtschaftliches Umfeld, das Investitionen bremst.

Dennoch haben Innovationen in der Agrartechnik hohe Bedeutung für die Landwirte. Besonderes Augenmerk liegt auf der bedarfsgerechteren Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und auf der Verbesserung des Tierwohls in den Haltungsverfahren.

Schlüsselwörter

Geschäftsentwicklung, Investitionsbereitschaft, Innovationen

DLG-TrendmonitorEurope: Innovations on manure management and animal welfare in focus

Achim Schaffner, Head of Agricultural Economics
DLG e.V., Frankfurt am Main

Abstract

Farmer had to deal with economic challenges because of an ongoing low level of prices for agricultural products. Especially pig and dairy farmers was challenged to secure the ability to pay because of the two years ongoing low price level for agricultural products. To reach this, farmers put on hold farm investments. Furthermore, the critical discussion about farming systems in Germany leads to unsecure economic conditions.

However, innovations in agricultural technology have high importance for farmers. Especially innovations in efficient use of manure and bettering of animal welfare are in focus.

Keywords

Economic development, Willingness to invest, innovation

Geschäftslage weiterhin angespannt

Landwirte in Deutschland beurteilten die aktuelle Geschäftslage im Herbst 2016, verglichen mit dem Jahr 2015 und der Frühjahrsbefragung 2016, nochmals deutlich kritischer (**Bild.1**). Das anhaltende Preistief für Tierhalter und Marktfruchterzeuger hat die Betriebsergebnisse stark belastet und stellt insbesondere die Tierhalter vor große Herausforderungen, die Zahlungsfähigkeit zu sichern. Und auch für die Marktfruchterzeuger hat sich das Geschäftsumfeld verschlechtert. Die weltweit umfangreiche Getreideernte hat zu sinkenden Getreide- und Ölsaatenpreise geführt. Wichtigstes Ziel der Betriebsleiter war deshalb, die Zahlungsfähigkeit zu sichern und weitere Potenziale zur Senkung der Produktionskosten zu identifizieren. Zusätzlich drückt die anhaltende Diskussion um die Wirtschaftsweise in Ackerbau und Tierhaltung am Agrarstandort Deutschland die Stimmung.

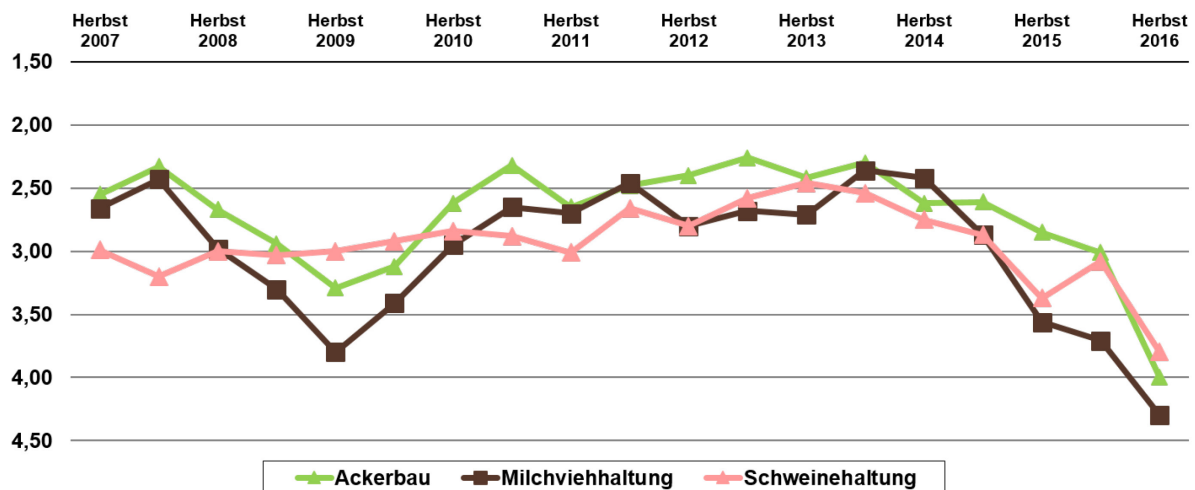


Bild 1: Beurteilung der aktuellen Geschäftslage in Deutschland (2007-2016)

Figure 1: Assessment of the current business situation in Germany (2007-2016)

Erwartungen an die Geschäftsentwicklung hellen sich auf

Für die Geschäftsentwicklung im Winter 2016 und Frühjahr 2017 keimte in der Herbstbefragung 2016 Hoffnung auf. Insbesondere die Schweinehalter waren deutlich zuversichtlicher als noch im Frühjahr 2016. Die Marktlage war im Herbst 2016 ausgeglichen und die Hoffnung auf gut laufende Exporte sorgte für Zuversicht. Denn nach Einschätzungen des US-Landwirtschaftsministeriums sollten sich die Exporte nach China dynamisch entwickeln. Zuversichtlicher waren auch die Milchviehhalter für die weitere Geschäftsentwicklung, denn die Angebotsreduktion und die leicht anziehende Nachfrage haben zu steigenden Preisen geführt. Zwar hatten sich die Milchauszahlungspreise im Spätherbst 2016 nach oben bewegt, jedoch reichten die Preisbewegungen noch nicht aus, um die erlittenen Einbußen zu kompensieren.

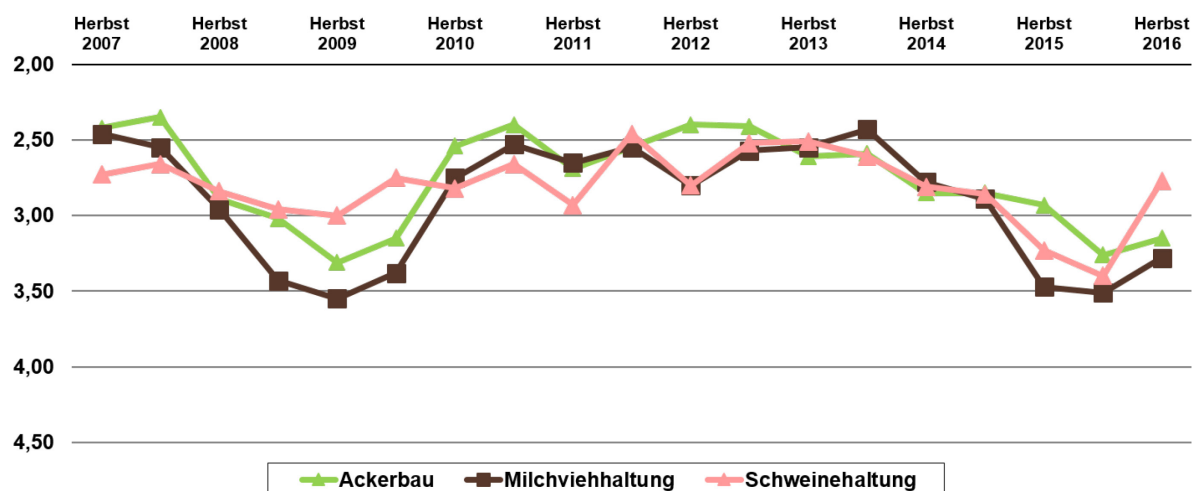


Bild 2: Entwicklung der Erwartungen an die Geschäftsentwicklung in Deutschland (2007-2016)

Figure 2: Development on business expectations in Germany (2007-2016)

Und auch die Marktflechterzeuger waren leicht optimistischer für die weitere Geschäftsentwicklung. So ruhte die Hoffnung auf anziehende Exporte im Winter 2016 / 2017, denn traditionell nehmen die EU-Ausfuhren deutlich zu, wenn Russland und die Ukraine deren Ausfuhren reduzieren. Zudem erwarteten die Ackerbauern, höhere Zuschläge auf bessere Qualitäten erzielen zu können, denn Qualitätsgetreide war knapp.

Investitionsbereitschaft rückläufig

Das aktuelle Geschäftsumfeld führe zu rückläufiger Investitionsbereitschaft in Deutschland (**Bild 3**). Besonders deutlich haben mit -8 Prozentpunkten die Marktflechterproduzenten die Investitionen eingeschränkt. Die Investitionsbereitschaft der Ackerbauern erreichte mit 29 Prozent ein historisches Tief. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass die Marktflechterzeuger in den letzten Jahren teils umfangreich investiert und den Maschinenpark modernisiert haben. Zudem wurden die Investitionen der letzten Jahre durch steuerlich bedingte Investitionsentscheidungen gestützt. Mit dem jetzt ungünstigen Preisverlauf liegt das Augenmerk auf der Sicherung der Zahlungsfähigkeit. Zudem wollen die Betriebsleiter Kosten reduzieren um bei dem insgesamt niedrigeren Preisniveau die Wirtschaftlichkeit zu stärken.

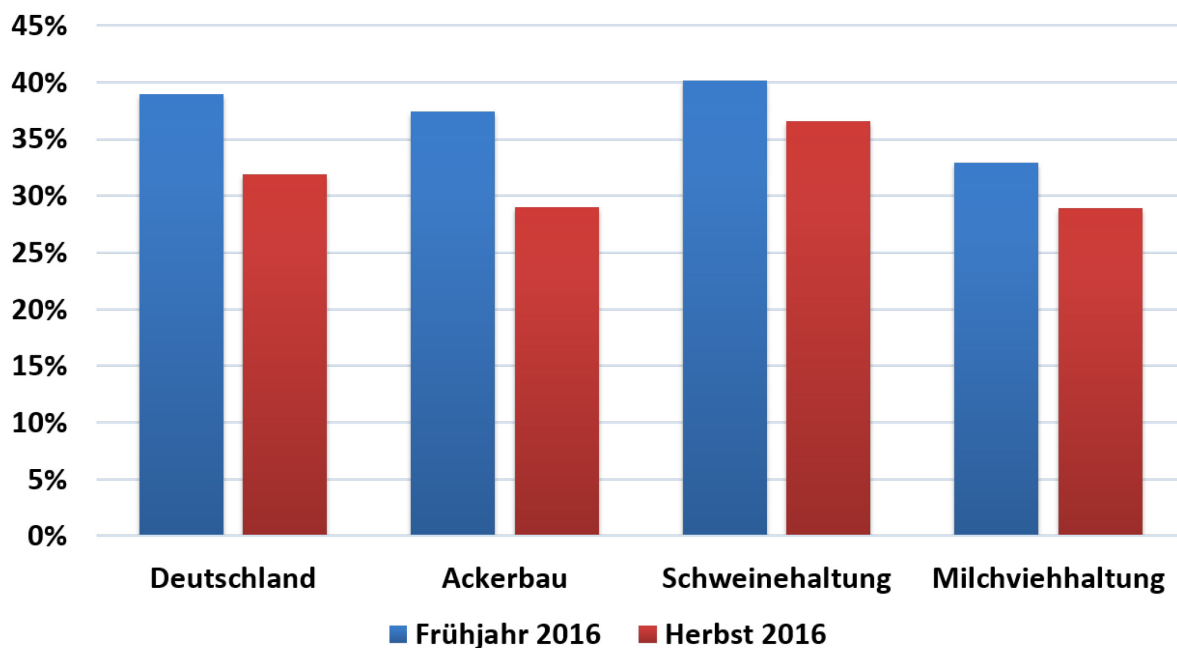


Bild 3: Investitionsbereitschaft in Deutschland im Jahr 2016

Figure 3: Willingness to invest in Germany in 2016

Auch die Investitionsbereitschaft in der Milchviehhaltung war mit -4 Prozentpunkten im Laufe des Jahres 2016 auf nun 29 Prozent weiter rückläufig. Mit den steigenden Preisen dürfte sich die Liquiditätslage entspannen, jedoch müssen die Milchproduzenten die wirtschaftliche Lage stabilisieren. Und auch die Schweinehalter wollen weniger investieren. Die Investitionsbereitschaft der Schweinehalter ist um -3 Prozentpunkte auf 37 Prozent zurückgegangen. Auch bei den Schweinehaltern liegt das Augenmerk darauf, die Liquidität nach dem lang anhaltenden Preistief zu stärken.

Tierhalter wollen Verbesserungen beim Tierwohl

Doch trotz der angespannten wirtschaftlichen Lage ist der Bedarf der Tierhalter für Innovationen im Bereich Umwelt und tiergerechte Technik groß: So halten 71 Prozent der in Deutschland befragten Tierhalter Innovationen zur Verbesserung des Tierwohls für sehr wichtig bzw. wichtig (**Bild 4**).

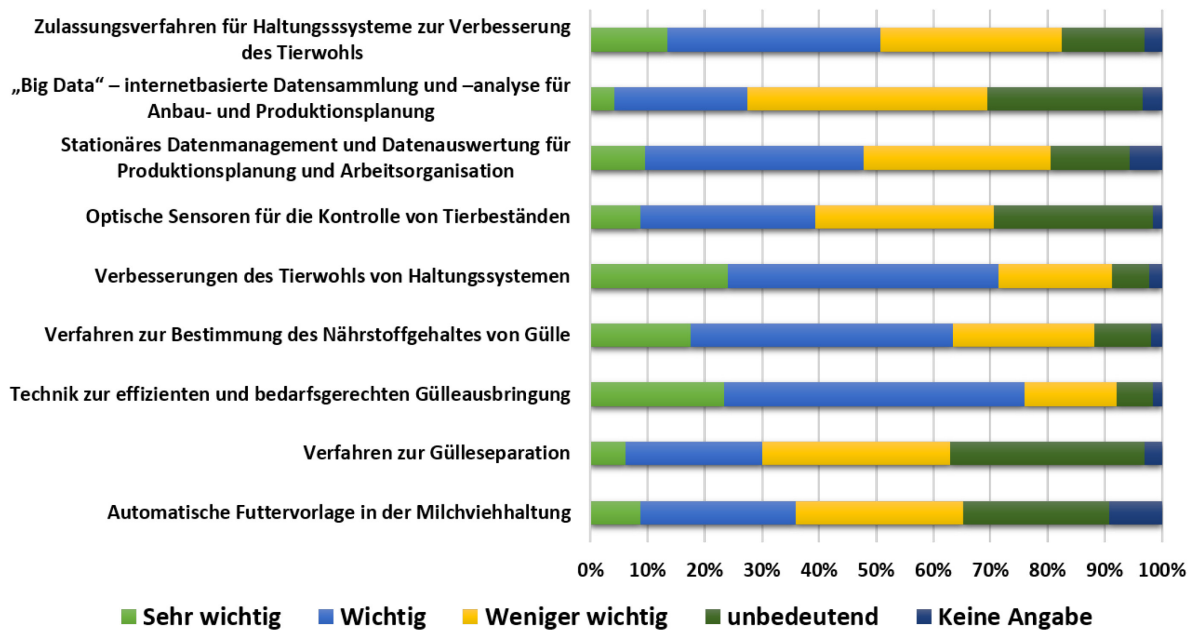


Bild 4: Beurteilung von Innovationen in der Tierhaltung
Figure 4: Assessment of innovations in animal husbandry

Jeder zweite Tierhalter hält zudem Zulassungsverfahren für Haltungssysteme für sehr wichtig beziehungsweise wichtig, um das Tierwohl zu verbessern. Denn anerkannte Technik erleichtert Investitionsentscheidungen und lässt auf Rechtssicherheit hoffen. Vor dem Hintergrund der kontroversen Diskussion um das Tierwohl erwarten die von den Herstellern Lösungen, um die Betriebe in den Bereichen Umwelt und Tierwohl gezielt weiterzuentwickeln. Denn die Schrittweise Verbesserung der laufenden Haltungsverfahren hilft, Tierwohlanforderungen und Wettbewerbsfähigkeit zu vereinen. Dazu gehört bspw. Flexibilität bei Stalleinrichtungen zu erreichen, um die Ställe ohne größere Umbaumaßnahmen an die neuesten Erkenntnisse für die Verbesserung des Tierwohls anpassen zu können. Zudem stärken die Innovationen bei Tierwohl und Umwelt die Position der Tierhalter im gesellschaftlichen Diskurs. Denn die Fortschritte in der Praxis liefern wichtige Argumente, um die Tierhaltung offensiv in der gesellschaftlichen Diskussion zu positionieren.

Im Fokus der Landwirte steht darüber hinaus die bedarfsgerechte Düngung mit Wirtschaftsdüngern. Ziel ist, Nährstoffe bedarfsgerecht und verlustarm auszubringen. So sind Techniken für die bedarfsgerechte Düngung für 77 Prozent der befragten Landwirte sehr wichtig beziehungsweise wichtig. Für die bedarfsgerechte Gülleausbringung sind zudem Informationen über die Nährstoffgehalte notwendig. Für 63 Prozent der Befragten sind deshalb Innovationen bei Technologien für die genauere Bestimmung der Nährstoffgehalte von Gülle sehr wichtig beziehungsweise wichtig.

Brexit führt zu Ungewissheit

Für die Landwirte in Europa bedeutet der Brexit derzeit vor allem Eines: Ungewissheit. Denn London plant den „harten“ Brexit, also den Austritt aus der EU, inkl. verlassen des Binnenmarktes. Die Handelsbeziehungen zwischen der EU und Großbritannien müssen deshalb neu verhandelt werden. Welche Wirkungen dies für die Agrarexporte der EU hat, ist völlig offen. Offen sind darüber hinaus die Wirkungen auf die Direktzahlungen in den EU-Mitgliedsstaaten, denn mit Großbritannien verlässt ein Nettozahler die EU. In der Folge wird dem EU-Haushalt weniger Geld für Direktzahlungen zur Verfügung stehen, Anpassungen werden unausweichlich sein.

Knapp 35 Prozent der Landwirte in Deutschland erwarteten dennoch keine Auswirkungen auf den eigenen Betrieb. Knapp ein Viertel der Befragten in Deutschland ist der Meinung, dass der Zugang zum Agrarmarkt Großbritanniens erschwert wird.

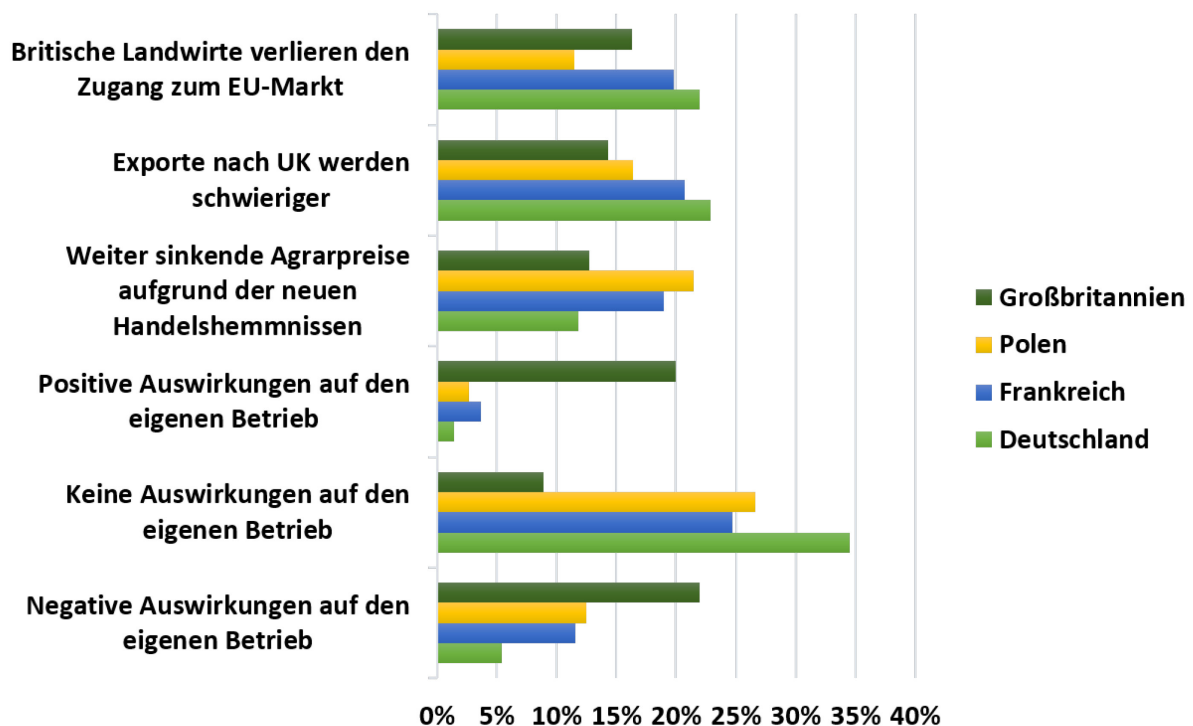


Bild 5: Beurteilung der Folgen des Brexit

Figure 5: Assessment of consequences on Brexit

Zusammenfassung

Die wirtschaftliche Lage bleibt für die Landwirte herausfordernd. Zwar entwickeln sich Preise in der Tierhaltung freundlicher, aber die in den Preistiefs entstandenen Verluste belasten die Betriebe. Auch die weitere wirtschaftliche Entwicklung ist von Unsicherheiten der Weltwirtschaft geprägt. Denn je nach Konjunkturentwicklung in wichtigen Exportländern könnte der bisher insgesamt flott laufende Export gebremst werden.

Dennoch wollen die Landwirte Innovationen nutzen, um Produktionssysteme und Haltungssysteme zu verbessern. So ist das Ziel der Tierhalter, das Tierwohl der Haltungssysteme zu verbessern. Die Landwirte erwarten deshalb Innovationen von den Technikherstellern. Im Zuge der Novellierung der Düngeverordnung wollen die Landwirte zudem Wirtschaftsdünger exakter ausbringen. Dazu sind Innovationen in der Bestimmung der Nährstoffe und bei der Ausbringung notwendig, um Effizienz zu steigern und Nährstoffverluste zu reduzieren.

Literatur

- [1] DLG-TrendmonitorEurope 2016, Fact Sheet Frühjahr 2016.
- [2] DLG-TrendmonitorEurope 2016, Fact Sheet Herbst 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Schaffner, Achim: DLG-TrendmonitorEurope: Fokus auf Innovationen bei Wirtschaftsdüngerausbringung und Tierwohl. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64164>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/272.html>

Die konjunkturelle Entwicklung der Landtechnikindustrie

Philip Nonnenmacher,
VDMA

Kurzfassung

Der globale Landtechnikmarkt erreichte nach einer starken Boom-Phase im Jahr 2013 sein Allzeithoch. Die darauffolgende Talfahrt scheint derzeit weiter abzuflachen, eine nachhaltige globale Erholung ist aber kurzfristig nicht in Sicht. In Europa scheint die Talsohle dagegen bereits überwunden.

Schlüsselwörter

Landtechnikmarkt, Traktorenmarkt, Marktentwicklung, Geschäftsentwicklung, landwirtschaftliche Rahmenbedingungen, Preise für Agrarerzeugnisse, landwirtschaftliche Einkommen

Economic Development of the Agricultural Machinery Industry

Philip Nonnenmacher,
VDMA

Abstract

The global agricultural machinery market reached its all-time high after a strong boom phase in 2013. The subsequent global downturn seems to be further flattening, however, in the short-term, a sustainable global recovery is not in sight. In Europe, on the other hand, the bottom of the market seems to have already been overcome.

Keywords

Agricultural machinery market, tractor market, market development, business development, agricultural conditions, prices of agricultural products, agricultural income

Landwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Der globale Preisindex der Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen, erreichte zu Beginn des Jahres 2016 über alle Warengruppen hinweg einen fast siebenjährigen Tiefstand. Geringere Preise drücken naturgemäß auf die Einkommen und damit auf die Investitionsbereitschaft der Landwirte, also der Landtechnikabnehmer, wenn sie nicht durch Mengeneffekte überkompensiert werden. Dies war über die letzten drei Jahre, trotz insgesamt hoher Erntemengen, in den meisten wichtigen Landtechnikmärkten der Fall.

FAO Food Price Index / Preisindex der FAO für Agrarprodukte

Index 2002-2004=100 (deflated / inflationsbereinigt)

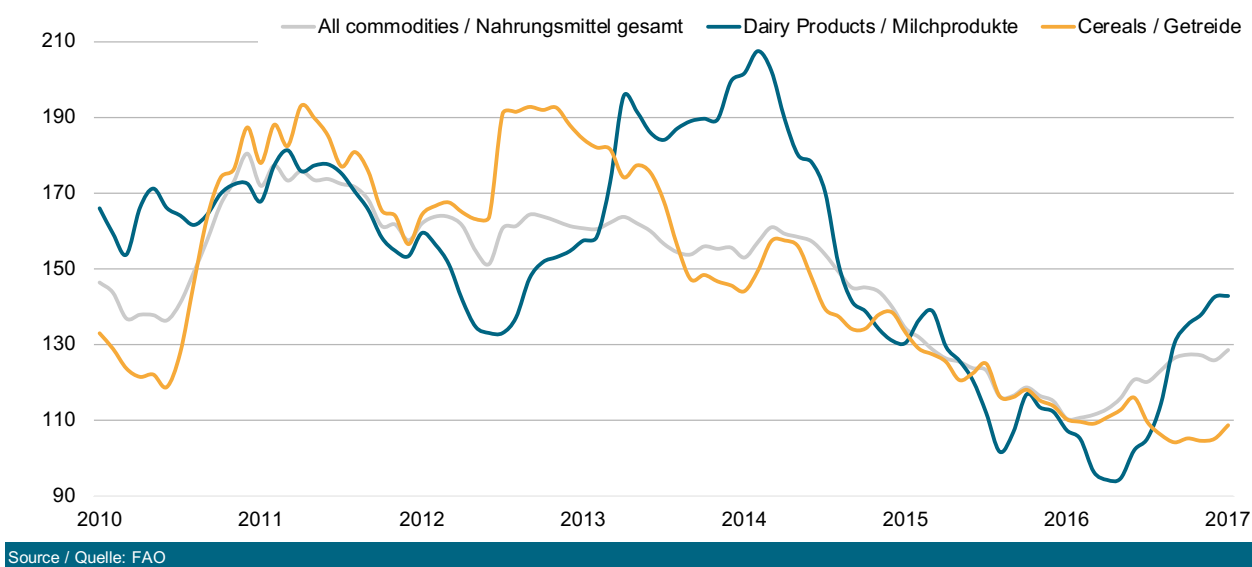


Bild 1: Preisindex der FAO für Agrarprodukte

Figure 1: FAO Food Price Index

Entsprechend aller einschlägigen Prognosen - vom Internationalen Getreiderat über das amerikanische Landwirtschaftsministerium bis hin zum Sekretariat für Agrarmarktinformation des Ernährungs- und Landwirtschaftssektors der Vereinten Nationen - wird die Weltgetreideproduktion im Saisonjahr 2016/2017 das vierte Jahr in Folge über dem Verbrauch liegen. Die Preise verharren entsprechend vorerst weiter auf niedrigem Niveau. Anders als auf globaler Ebene, ist die Getreide- und Rapsernte allerdings in Europa, dabei insbesondere in Frankreich, aufgrund von schlechten Wetterbedingungen sowie Beeinträchtigungen durch Pflanzenschädlinge deutlich rückläufig. Insbesondere im europäischen Ackerbau ist die aktuelle Lage also alles andere als erfreulich.

Die europäischen Milchviehbetriebe dürfen dagegen wieder hoffnungsvoller in die Zukunft blicken. Nach einer langen Phase des Abschwungs, steigen in Europa die Erzeugerpreise für konventionell erzeugte Milch bereits seit Herbst wieder an. Die Erholung an den Weltmärkten für Milch und Molkereiprodukte ab Mitte 2016 hat sich damit auf der Erzeugerebene in Europa niedergeschlagen. Der Kieler Rohstoffwert, und andere abgeleitete „Equivalent“-Preise,

die als gute Frühindikatoren für die zukünftige Milchpreisentwicklung gelten, sind dabei steil in die Höhe geschossen. Hauptgrund für diese Entwicklung ist, dass die bisherige Niedrigpreisphase in wichtigen Ausfuhrregionen der Welt das Produktionswachstum abgebremsst hat. In Europa dürfte hierzu neben den rückläufigen Milchkuhbeständen auch das Programm der Kommission zur Mengenreduzierung beigetragen haben. Die europäische Milchindustrie scheint dabei ihre Wettbewerbsfähigkeit gesteigert und im internationalen Vergleich in Folge der vergangenen Niedrigpreisphase als deutlicher Gewinner hervorzugehen.

Geschäftsentwicklung

Der VDMA führt für den europäischen Dachverband CEMA sowie für die Verbändeplattform Agrievolution (globales Netzwerk der 14 größten Landtechnikverbände, das mehr als 6.000 Hersteller weltweit repräsentiert) monatlich bzw. halbjährlich Geschäftsklima-Umfragen unter Spitzenvertretern der Landtechnikindustrie durch.

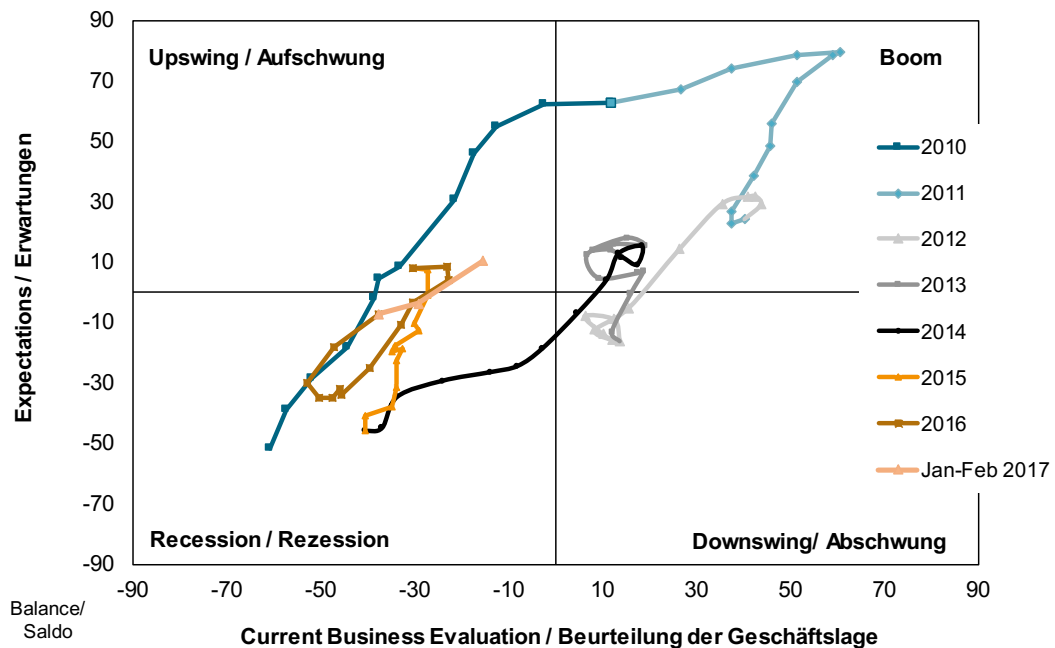
Der Agrievolution-Index zum Geschäftsklima der globalen Landtechnikindustrie lag im November wieder um einige Punkte über dem historisch niedrigen Oktoberniveau des Jahres 2014. Die weltweite Talfahrt der Landtechnikindustrie scheint weiter abzuflachen, eine wirkliche globale Erholung ist aber kurzfristig noch nicht in Sicht. Auf weltweiter Ebene dürfte sich die Branche eher auf derzeitigem Niveau stabilisieren.

Die US-Industrie konstatierte in der November-Befragung eine weiterhin schwierige Geschäftslage, aber verbesserte Zukunftserwartungen. Die positivsten Umsatzaussichten haben brasilianische Unternehmen. Russische Hersteller konzentrieren sich mittlerweile stark auf den Inlandsmarkt, die türkischen Unternehmen dagegen eher auf den Export.

Die Landtechnikindustrie in Europa scheint die Talsohle überwunden zu haben. Der allgemeine CEMA-Geschäftsklimaindex hat sich wiederholt deutlich verbessert und erreichte im Februar erstmalig seit Anfang 2014 den positiven Bereich. Im letzten Jahr wurden noch Rekordtiefwerte erreicht, und das, obwohl die Zukunftserwartungen im vierten Quartal 2015 für kurze Zeit nahezu euphorisch waren. Es stellt sich also die Frage, ob es sich beim aktuellen Aufschwung nicht wieder lediglich um ein Strohfeuer handelt. Dagegen spricht, dass im Unterschied zu damals, diesmal auch die Bewertung der aktuellen Lage stark nachgezogen hat. Außerdem basieren die besseren Zukunftserwartungen auf tatsächlich gestiegenen Auftragseingängen. Das europäische Auftragsvolumen entspricht im Februar einer Produktion für durchschnittlich 2,7 Monate, und liegt damit so hoch wie zuletzt im Jahr 2013. Der Herbstausblick der Industrievertreter in Europa für das Jahr 2017 hat sich damit vorerst betätigt. Dieser zeigte ein leichtes Wachstum. Nur ein Drittel der Befragten sah damals einen weiteren Umsatzrückgang. Der Hauptgrund für den Aufschwung liegt in Europa selbst. Nachdem in den vergangenen Monaten die Auftragseingänge für Ausfuhren ins europäische Ausland etwas mehr Dynamik zeigten, ist nun im Januar auch der Auftragseingang aus dem europäischen Binnenmarkt angestiegen.

CEMA Agricultural Machinery Business Climate

Illustration of the position in the economic cycle / "Landtechnik-Konjunktur-Uhr"



Source / Quelle: CEMA, VDMA

Bild 1: Geschäftsklima der Landtechnik

Figure 1: CEMA Agricultural Machinery Business Climate

Die Talfahrt der der Landtechnikproduktion am Standort Deutschland scheint ebenfalls weiter abzuflachen. Der Umsatz verringerte sich im vergangenen Jahr um 3 Prozent auf 7,18 Milliarden Euro (2015: -4%, 2014: -8%). Die Exportquote ist dabei, wie abzusehen war, auf 74 Prozent angestiegen. Denn während der Umsatz mit dem deutschen Handel 2016 um 9 Prozent unter das Niveau des Vorjahres sank, konnte sich das Exportgeschäft auf Vorjahresniveau halten. Insbesondere die Exporte nach Russland und in die Ukraine entwickelten sich hervorragend, aber auch die Ausfuhren nach Frankreich legten im ersten Halbjahr deutlich zu. Teilweise zweistellige Umsatzzuwächse aus dem Ausland trugen somit dazu bei, dass das Jahr beispielsweise über alle Ackerbausegmente hinweg mit einem Plus endete. Dieser Trend hat sich spätestens im letzten Quartal wiederum umgekehrt: Die Auftragseingänge aus dem Inland sind von Oktober bis Dezember um 7 Prozent angestiegen. Wachsende Auftragseingänge sind auch aus dem außereuropäischen Ausland zu verzeichnen. Derzeit verringern sich aber die Aufträge aus Frankreich, das als erstes Zielland deutscher Exporte naturgemäß stark ins Gewicht fällt.

Marktentwicklung

Der globale Landtechnikmarkt erreichte nach einer starken Boom-Phase im Jahr 2013 sein Allzeithoch. Die darauffolgende Talfahrt scheint derzeit weiter abzuflachen, eine wirkliche globale Erholung ist aber kurzfristig noch nicht in Sicht.

Das Weltmarktvolumen lag nach Schätzung des VDMA nominal auf Euro-Basis 2015 mit 100,7 Mrd. knapp über dem Vorjahresniveau (2014: 100,3 Mrd. Euro), in US-Dollar mit 111,7 Mrd. aber um 16 Prozent unter dem Vorjahr (2014: 133,3 Mrd. US-Dollar). Die Ergebnisse der nominalen Veränderungsraten wurden durch die Aufwertung zahlreicher Währungen gegenüber dem Euro teils kräftig verzerrt. Um Währungs- und Preiseffekte bereinigt, verringerte sich das globale Landtechnikmarktvolumen im Jahr 2015 um sieben Prozent. In Russland, Indien, Nord- und Südamerika lag der reale Rückgang 2015 im zweistelligen Bereich. Im Vergleich dazu war die Marktlage in der EU und in China bis dato stabil. Äußerst positiv entwickelte sich der türkische Landtechnikmarkt.

Im vergangenen Jahr 2016 entwickelten sich die Landtechnikmärkte, mit Ausnahme von Russland, in ähnlicher Richtung wie die Traktorenabsätze. Das globale Landtechnikmarktvolumen dürfte 2016 real um schätzungsweise weitere 5 Prozent gesunken sein. Die Anzahl der Verkäufe neuer Traktoren in 2016 wird auf 1,9 Millionen Stück geschätzt. Der Traktorenmarkt war damit nach Stück verhältnismäßig weniger rückläufig. Die großen Traktorabsatzmärkte sind weiterhin China und Indien, wo rund 50 Prozent der weltweit verkauften Maschinen zugelassen sind. Andererseits haben die meisten dieser Traktoren viel niedrigere Durchschnittsleistungen (und Preise) als die Traktoren, die vor allem in den großflächigen Agrarstrukturen der wichtigen Agrarländer wie den USA, Brasilien und Russland zum Einsatz kommen oder in den Ländern mit intensiver Landwirtschaft in Westeuropa.

Sales of new tractors in the Agrievolution countries (in units)						
	2012	2013	2014	2015	2016	%
Canada	25.449	27.542	28.144	24.215	22.164	-8
United States	185.333	201.851	208.274	204.962	211.194	3
Brazil	55.810	65.089	55.635	37.385	35.963	-4
Japan (> 30 hp)	19.001	24.721	20.944	22.203	18.393	-17
China (> 30 hp)	416.000	584.564	574.622	556.575	420.189	-25
Korea (> 25 hp)	13.471	12.853	10.548	11.338	10.662	-6
India	529.956	619.159	592.942	483.769	569.066	18
Russian Federation	41.827	40.158	37.558	21.837	17.951	-18
Turkey	50.320	52.285	59.458	66.788	70.075	5
Europe	184.255	184.335	185.682	171.701	165.353	-4
of which: France	38.754	42.656	33.127	33.828	31.760	-6
of which: Germany	36.264	36.248	34.611	32.220	28.746	-11
of which: Italy	19.343	19.018	18.178	18.428	18.341	0
of which: United Kingdom	14.964	13.490	13.526	12.112	12.025	-1
of which: Spain				10.628	11.508	8
World	1.950.000	2.200.000	2.130.000	1.936.994	1.903.244	-2
<small>China: statistic definition changes in 2013 and 2014; Europe includes: Austria, Belgium, Bosnia Herzegovina, Croatia, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Moldova, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Serbia & Montenegro, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom</small>						
Source/ Quelle: Agrievolution, VDMA						

Bild 1: Entwicklung der weltweiten Traktorenverkäufe (Stück)
Figure 1: Development of global tractor sales (in units)

Der US-Traktorenmarkt stieg nach Stück insgesamt um 3 Prozent, jedoch nur aufgrund einer sehr positiven Entwicklung in den kleinen Leistungsklassen. Zwischenzeitlich machen dort Traktoren unter 30 PS 63 Prozent des Marktvolumens aus. Während sich die Nachfrage in

diesen unteren Leistungsklassen zwischen 2009 und 2011 im Zuge der Finanz- und Immobilien-Krise deutlich abgeflacht hatte, konnte in den darauffolgenden Jahren ein erheblicher Aufschwung beobachtet werden, vor allem durch eine wachsende Zahl von "Hobby-Farmen", basierend auf dem Trend von Ruheständlern, aber auch jüngere Menschen, die aus den städtischen Gebieten aufs Land gezogen sind. Der Markt für Traktoren größer als 30 PS hat sich im Gegensatz dazu um 10 Prozent verringert. Vor allem Farmen aus dem mittleren Segment scheinen derzeit existentiell bedroht. Die Zahl dieser Farmen wird sich langfristig voraussichtlich weiter verringern, während Großfarmen in Größe und Anzahl eher zunehmen. Dies gilt auch für Genossenschaftsfarmen, die in den USA derzeit noch keine bedeutende Rolle spielen. Die VDMA-Umfragen in der US-Industrie und bei den US-Händlern hatten Anfang Herbst letzten Jahres ergeben, dass über die gesamte Landtechnik hinweg, insbesondere die Lagerbestände von Gebrauchtmaschinen wieder deutlich gesunken sind. Die weitere Marktentwicklung ist im Zuge der US-Präsidentenwahl allerdings nur noch wenig voraussehbar. Einerseits ist mit einer Deregulierung zu rechnen, unter Obama eingeführte Vorschriften dürften wieder zurückgenommen, insbesondere Umweltvorschriften, gestrichen werden. Die Kündigung des Freihandelsabkommens TPP trifft die US-Agrarbranche dagegen angesichts ihrer export-orientierung hart, und die angekündigte Neuverhandlung von NAFTA könnte verheerende Folgen haben. Ebenfalls unsicher, ist ob die Renewable Fuel Standards in der aktuellen Form bestehen bleiben. Noch Anfang Herbst schien eine erhöhte Beimischung und damit ein höherer Absatz an Biokraftstoffen für das Jahr 2017 gesichert.

Ähnlich wie im US-Markt, war auch in Brasilien der letzte Höhepunkt für das Segment der professionellen Landwirtschaft im Jahr 2013 zu verzeichnen. Mehr als 60.000 Traktoren wurden damals verkauft, viele davon mit kleineren Motoren aufgrund eines speziellen Förderprogrammes für kleine Familienfarmen. Danach ist der Markt für Traktoren eingebrochen (2014: -15%, 2015: -33%), und seit Mitte 2016 wächst er wieder im zweistelligen Bereich. Allerdings basiert die zugrundeliegende Nachfrage nicht nur auf in der Tat guten Bedingungen für Soja- und Zucker-Produzenten, einem schwachen Real und optimistischeren makroökonomischen Prognosen. Teile des jüngsten Wachstums könnten auch durch ein lediglich vorübergehendes Phänomen zurückzuführen sein, nämlich der Einführung des neuen Emissionsstandards "Mar 1", dem Äquivalent zum nordamerikanischen Tier 3, das seit Anfang 2017 für alle landwirtschaftlichen Maschinen von 100 PS bis 750 PS gilt. Gleichzeitig bleibt der brasilianische Markt hoch subventioniert, vor allem durch sein Finanzierungsprogramm der staatlichen Entwicklungsbank BNDES, deren Kreditlinie mit den in den letzten zwei Jahren besten Konditionen ("Moderfrota") ursprünglich im Juni 2016 auslaufen sollte, aber im letzten Moment bis Juni 2017 verlängert wurde.

Mit einem Plus von 18 Prozent im Jahr 2016 hat sich der indische Markt deutlich besser als alle anderen berücksichtigten Regionen entwickelt. Hauptgrund war eine Getreideproduktion auf Rekordniveau und ausreichender Monsun-Regen nach zweijähriger unzureichender Niederschlagsmenge. Unter diesem Gesichtspunkt war das Wachstum im letzte Jahr lediglich ein Ausgleich, nach einem entsprechenden Rückgang von 18 Prozent im Vorjahr. Abgesehen von seiner hohen Volatilität und Witterungsabhängigkeit, bedarf der indische Markt weiterhin nur relativ kleiner Motorleistungen (nur 7% der Traktoren > 50 PS) und einfacher Technik. Die weitere Mechanisierung wird dort leider durch die Tradition der gleichmäßigen

Verteilung von Landbesitz unter den Nachfolgern behindert. Kurzfristig ist keine strukturelle Änderung absehbar. Die derzeitige Regierung trägt eher dazu bei, dass sich traditionelle Strukturen weiter verfestigen.

In China sind in den letzten Jahrzehnten erhebliche Mechanisierungsfortschritte erzielt worden. Gestützt durch staatliche Subventionen, hat sich die Anzahl an Traktoren mit Motoren mittlerer und hoher Leistung deutlicher erhöht als in jeder anderen betrachteten Weltregion. Jedoch ging im Jahr 2016 das mittlere Segment im zweistelligen Bereich zurück. Die Nachfrage schrumpft vor allem in Regionen mit höherem Anteil an staatlichen Betrieben und Grundnahrungsmittelanbau. Seit letztem Jahr stellt der Staat weniger Subventionen für Staatsbetriebe zur Verfügung und während Zuckerrüben, Zuckerrohr, Baumwolle, Obst, Gemüse, Rebflächen und Kartoffel boomen, haben sich andererseits die Preise für Weizen, Reis und vor allem Mais aufgrund von Überproduktion und niedrigen Exporten verringert.

Im Gegensatz zu den USA und China, haben sich in Russland die Segmente der Großtraktoren besser als die kleinen Segmente entwickelt. Traktoren der höheren PS-Klassen wurden überwiegend aus den USA oder der EU importiert oder vor Ort montiert. Der Umsatz aus lokaler Produktion stieg um 9 Prozent. Die Gesamteinfuhren sanken um 32 Prozent, stiegen aber im hohen zweistelligen Bereich für Traktoren im Segment über 120 PS. Die Import-Statistik 2016 zeigt andererseits einen Rückgang der Verkäufe von verschiedenen asiatischen (chinesischen) Marken. Wie bereits oben angemerkt, hat sich das Marktvolumen der sonstigen Landtechnik erheblich besser als der Traktorenabsatz entwickelt. Der VDMA rechnet für 2016 insgesamt mit wertmäßigen Marktvolumenzuwächsen im hohen zweistelligen Bereich. Zwischenzeitlich ist zudem der Gesamtausblick für Russland auch beim Traktorenabsatz gut. Der Investitionsbedarf ist nach wie vor hoch und die Einkommensentwicklung ist ausgezeichnet. Im Jahr 2016, haben die russischen Bauern die beste Getreideernte seit 1978 eingefahren, und für die kommenden 15 Jahre wird mit weiteren starke Produktionszuwächse gerechnet. Die Zukunft für die Viehzucht und Milchwirtschaft ist ebenfalls positiv, vor allem, weil weitere staatliche Subventionen erwartet werden.

Im europäischen Traktorenmarkt wurde für das Gesamtjahr 2016 ein Minus von 4 Prozent verzeichnet. Der allgemeine Rückgang der Nachfrage betraf auch in Europa nicht alle Traktorkategorien. Der Markt für Traktoren unter 50 PS, über 250 PS und zwischen 150 und 175 PS ist gestiegen. Für alle anderen Kategorien ist die Nachfrage dafür um bis zu 25 Prozent gesunken. Beim Vergleich der Gesamtzulassungen im Verlauf des Jahres, ist ein Rückgang der Zulassungen in den ersten beiden Quartalen 2016 festzustellen, gefolgt von einem deutlichen Anstieg im dritten Quartal. Dafür verantwortlich war eine große Anzahl an Zulassungen von Traktoren zwischen 75 PS und 175 PS mit Stufe IIIB-Motoren wegen einer Änderung der Abgasemissionsvorschriften zum 1. Oktober 2016. Dieser Nachfragespitze folgte im vierten Quartal ein drastischer Rückgang.

In den beiden größten Märkten, Deutschland und Frankreich, verringerte sich die Nachfrage um jeweils 11 und 6 Prozent. In Frankreich begann das Jahr gut, mit Wachstum in der ersten Hälfte des Jahres, in der zweiten Hälfte wurden aber alle Zuwächse wieder zunichtegemacht und für das Jahr 2017 zeichnen sich weitere Rückgänge ab, während sich der deutsche Markt derzeit stabilisiert. Die dritt- und viertgrößten Märkte Italien und Großbritannien erleb-

ten eine geringfügige Abnahme der Zulassungen um weniger als 1 Prozent, und werden 2017 voraussichtlich leicht wachsen. Spanien ist der größte Markt, in dem die Nachfrage im Jahr 2016 stieg, deutlich mit 8 Prozent, und wo weitere gute Zuwächse voraussehbar sind. Für 2017 rechnet der VDMA mit einem flachen bis leicht ansteigenden Traktorabsatz in Europa.

Gleiche Marktentwicklung zeichnet sich für Gesamtlandtechnik ab. Im Herbst, als wieder positive Impulse von der Milchseite kamen, erholten sich die Erwartungen aus der CEMA-Umfrage schlagartig durchweg für alle europäischen Märkte. Eine weitere Verbesserung erfolgte nachdem im Januar aus Europa auch tatsächlich mehr Aufträge kamen. Diese Entwicklung veranschaulicht musterhaft den Einfluss der Milchmärkte, aber auch die nicht zu unterschätzende Bedeutung von rein psychologischen Effekten, denn die Einkommenseinbußen der letzten Jahre sind damit noch lange nicht behoben.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Nonnenmacher, Philip: Die konjunkturelle Entwicklung der Landtechnikbranche. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2016. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64165>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/309.html>

Effiziente Kraftstoffnutzung in der AgrarTechnik - EKoTech

Max Decker,

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. VDMA

Kurzfassung

Die Reduktion von klima- und gesundheitsschädlichen Emissionen nimmt einen immer wichtigeren Platz ein. Da im Bereich von Motoren und Maschinen bereits große Fortschritte erlangt wurden und einige Potentiale bereits ausgeschöpft sind oder nur noch geringe Fortschritte zu erwarten sind, ist es nun nötig, die Betrachtung zu erweitern. Im Gebiet der Landwirtschaft bieten sich viele Optimierungsmöglichkeiten über die gesamte Prozesskette hinweg. Wird diese als Ganzes betrachtet, ergeben sich große Einsparmöglichkeiten bei Kraftstoff und Emissionen. Hier setzt das EKoTech-Projekt an. Es analysiert die vorhandenen Prozesse, zeigt deren Entwicklung auf und verdeutlicht Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung. Diese werden mit Hilfe der im Projekt erzielten Ergebnisse zu Handlungsempfehlungen verarbeitet. Die enge Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft soll somit für den Anwender nutzbar werden und Industrie und Forschung die Möglichkeit bieten, Innovationen im landwirtschaftlichen Prozess voranzutreiben.

Schlüsselwörter

Landtechnik, Forschung, CO₂, Kraftstoff, Emissionen, Prozesskette

Efficient fuel use in agricultural Technology - EKoTech

Max Decker,

Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. VDMA

Abstract

The reduction of emissions that are harmful to climate and health is becoming increasingly important. Since great progress has already been made in the field of engines and machines, and if only slight progress is to be expected, it is now necessary to extend the consideration. In the field of agriculture, many opportunities for optimization are available throughout the entire process chain. If these chains are considered holistically, there are great potentials for saving fuel and emissions. This is where the EKoTech project starts. It analyzes the existing processes, shows their development and shows possibilities for increasing efficiency. The results will lead to recommendations for action. The close cooperation between industry and science is thus to be made available to the user and enable industry and research to advance innovations in the agricultural process.

Keywords

Agricultural engineering, research, CO₂, fuel, emissions, process chain

Ausgangssituation

Die Themen Energieeffizienz und Emissionsreduzierung sind in allen Bereichen menschlichen Handelns extrem wichtig geworden, so auch in der Landtechnik. Seit 1999 trat mit Einführung der Abgasstufe I für mobile Maschinen der Umweltschutz durch Emissionsreduktion immer weiter in den Vordergrund. Durch die, mit der Richtlinie 97/68/EG [1] eingeführten, weiteren Stufen, bis zur verabschiedeten Stufe V (Verordnung 1628/2016/EU [2]), wurde der Ausstoß von schädlichen Abgasen bereits enorm reduziert. Die Entwicklung der Abgasgesetzgebung und die stetige Effizienzsteigerung wurden in der Dissertation von Wulfmeier [3] zusammengetragen. In dieser sind weitere Informationen zu finden. Die in der Richtlinie 97/68/EG und Verordnung 1628/2016/EU regulierten gesundheitsgefährdenden Stoffe sind Kohlenstoffmonoxid (CO), Kohlenwasserstoffe (HC), Stickoxide (NO_x) und Rußpartikeln sowohl in der Anzahl als auch in der Masse. Der als klimaschädlich eingestufte Ausstoß von Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist in der Europäischen Union bei mobilen Maschinen derzeit nicht reglementiert.

Die Reduktion der oben genannten Emissionen wurde mit zwei Methoden erreicht, zu Beginn überwiegend mit innermotorischen Veränderungen und später mit Abgasnachbehandlungseinrichtungen. Die Realisierung der Maßnahmen war und ist immer noch das Top-Thema in den Entwicklungsabteilungen der Hersteller von mobilen Maschinen. Es wird ein überproportionaler Teil der zur Verfügung stehenden Entwicklungsgelder für diese Aufgaben benötigt. Das heißt, für andere Entwicklungsthemen stehen nur begrenzte Mittel zur Verfügung. Durch diese extreme Vorrangstellung der Technologie zur Emissionsreduktion bezogen auf die genannten Schadstoffe wurden in den letzten Jahren sehr große Erfolge erzielt. Doch nun stößt die Vorgehensweise, allein den Motor und die Nachbehandlung der Abgase zu verbessern an Grenzen, die keine solch hohen Einsparungen mehr erlauben. Zumal durch rein motorische Maßnahmen auch der CO₂-Ausstoß nur begrenzt zu reduzieren ist [4].

Zukunft des Klima- und Umweltschutzes bei mobilen Maschinen

Um dieser Tatsache entgegenzutreten, bauen der Verband der Europäische Landmaschinenhersteller CEMA und der Europäische Verband für Baumaschinen CECE ihr Konzept zur CO₂- und Verbrauchsreduzierung auf vier Säulen auf:

- Maschineneffizienz
- Prozesseffizienz
- Bedienung
- Alternative Energiequellen

Somit wird ein viel größeres Feld von Möglichkeiten zur Emissionsreduktion betrachtet. Es ergeben sich noch weitaus größere Einsparpotentiale als bei der reinen Betrachtung der Maschine. Des Weiteren liegt der Fokus nicht ausschließlich auf den gesundheitsschädlichen Abgasen, sondern insbesondere auch auf dem klimaschädlichen CO₂ [5].

Auf dieser Grundlage baut nun das EKoTech-Projekt auf. Im Rahmen des Projektes werden nicht einzelne Produkte oder Produktaggregate, sondern es wird die gesamte Prozesskette für den Anbau von Pflanzen betrachtet. Die Zusammenarbeit im Projekt soll die Innovationskraft sowohl in der Landwirtschaft als auch in der Landtechnikindustrie stärken.

EKoTech – Rahmenbedingungen

Das EKoTech-Projekt besteht aus zwölf Konsortialpartnern aus Industrie und Wissenschaft unter der Leitung des VDMA (Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V.). Alle Partner sind in **Bild 1** aufgeführt. Das Konsortium bildet einen Querschnitt durch die Landtechnikindustrie und wird verstärkt durch weitere Unterauftragnehmer.

Diese Konstellation bietet viele Vorteile im Vergleich zur getrennten Arbeit. Von Seiten der Universitäten und Institute werden theoretische Grundlagen ermittelt, Methoden entwickelt und Simulationen erstellt. Einige der Institute und Einrichtungen verfügen bereits über sehr große Datenbestände, auf die zurückgegriffen werden kann. Sie dienen zur Erhebung der Daten der vergangenen Jahre und zur Überprüfung der Plausibilität neu ermittelter Daten. Von Seiten der Industrie fließen neben dem Wissen in der Konstruktion von Maschinen auch Aussagen zu den Kraftstoffverbräuchen einzelner Verfahrensschritte ein. Das Potential und die Machbarkeit von möglichen Innovationen können besonders von diesem Teil des Konsortiums bewertet und ausgeführt werden. Des Weiteren verfügen die Hersteller der Landtechnikindustrie über Daten aus Rückmeldungen von den Anwendern und stellen Maschinen für Versuche zur Verfügung.

EKoTech ist ein durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) gefördertes Vorhaben. Es wird durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) begleitet. Die Projektlaufzeit beträgt drei Jahre. Die Gewährung der Förderung bestätigt den großen gesellschaftlichen Nutzen dieses Forschungsprojektes. Das Projekt treibt die Forschung in den wichtigen Gebieten des Klima- und Umweltschutzes weiter voran.



Zudem als Unterauftragnehmer: AVL, HORSCH, Kuhn, PÖTTINGER, Väderstad

Bild 1: Prozesskette & Konsortiumspartner [6]

Figure 1: Process chain & consortium partners [6]

EKoTech – Vorstellung

Das Vorhaben hat zum Ziel, Optionen zur Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauches in der Landwirtschaft zu definieren und zu analysieren. Zusammenfassend bedeutet das weniger Dieserverbrauch als Input pro Einheit Output.

Die hohe Komplexität und Variabilität landwirtschaftlicher Prozesse stellt eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung, um Einsparpotentiale beim Kraftstoffverbrauch und damit auch dem CO₂-Ausstoß aufzudecken und zu optimieren. Eine Einschränkung auf eine Kenngröße oder bestimmte Teile von Maschinen, wie zum Beispiel den Motor der Maschine, würde völlig an den realen Prozessen vorbeigehen und das Optimierungspotential auf ein Minimum beschränken. Somit schließt sich auch eine Standardisierung der Prozesse oder technischen Lösungen aus [7].

Durch eine enge Zusammenarbeit zwischen der landtechnischen Industrie und der Wissenschaft sollen Innovationen zu Kraftstoffeinsparung bei Maschinen und Verfahrensketten stimuliert werden. Zudem werden Handlungsempfehlungen für die Anwendung von Landmaschinen generiert.

EKoTech – Übersicht

Das EKoTech-Projekt gliedert sich in sieben Hauptarbeitspakete. Diese sind jeweils weiter untergliedert (**Bild 2**). Sie werden zum Teil parallel bearbeitet und teilweise schließen sie aneinander an. Das heißt, ein präzises Ineinandergreifen der einzelnen Prozesse ist unabdingbar [6].

Arbeitspaket Projektmanagement

Die Hauptaufgabe dieses Arbeitspaketes ist die Koordination des Konsortiums und der einzelnen Arbeitspakete. Es muss dafür Sorge getragen werden, dass alle Partner eingebunden sind. Des Weiteren übernimmt das Projektmanagement das Gesamtprojekt-Controlling, was bedeutet, dass Inhalte, Termine und Kosten stetig mit den gesetzten Zielen abgeglichen und, wenn nötig, Maßnahmen eingeleitet werden. Auch die permanente Abstimmung mit dem Fördergeber ist in diesem Arbeitspaket enthalten. Die Fortschritte und Ergebnisse des Projektes werden durch das Projektmanagement veröffentlicht beziehungsweise es stellt die Grundlagen hierfür zur Verfügung.

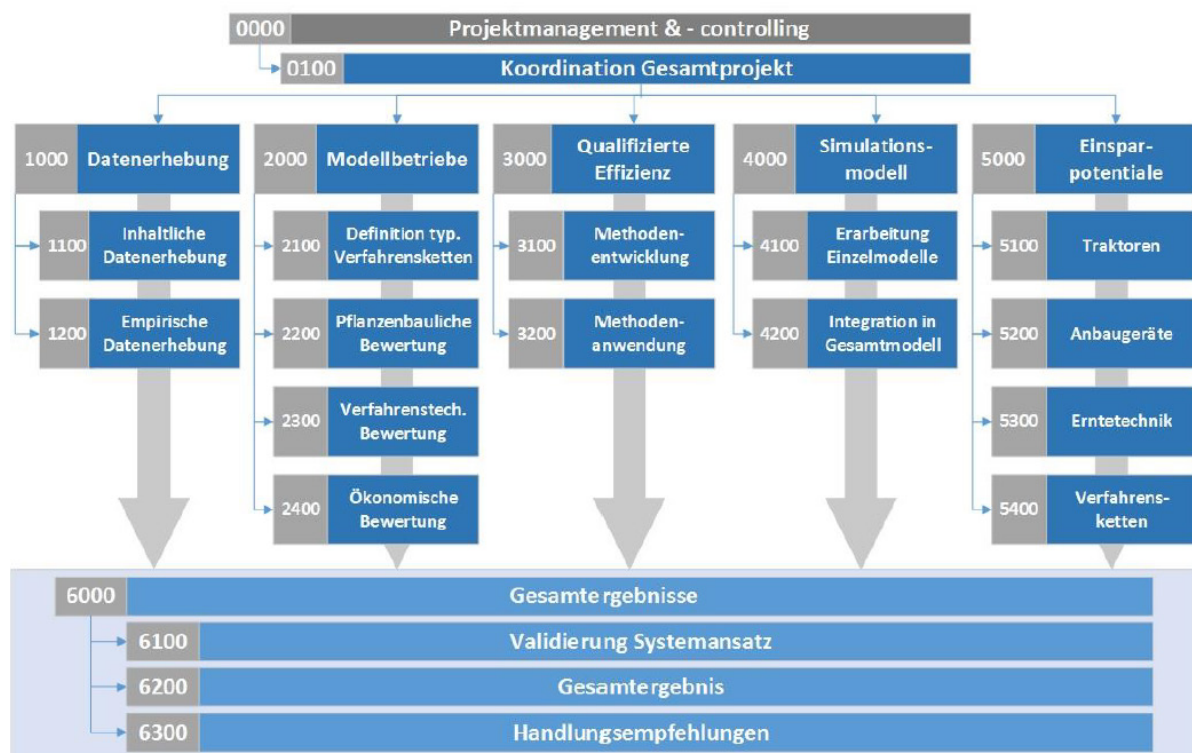


Bild 2: Aufschlüsselung des Projektes in Arbeitspakete [6]

Figure 2: Breakdown of the project into work packages [6]

Arbeitspaket Datenerhebung

Dieser Bereich soll die Datengrundlage für das Projekt schaffen. Es werden der Energiebedarf und der Kraftstoffverbrauch relevanter Maschinen ermittelt. Bei der Datenerhebung soll der Zeitraum von 1990 bis 2015 betrachtet und analysiert werden. Teile dieser Daten sind bereits bei Forschungseinrichtungen, Prüfinstituten und Konsortialpartnern vorhanden. Nicht vorhandene Daten müssen soweit im Projekt möglich durch Messungen ermittelt werden. Die Datengrundlage wird nicht nur den Energiebedarf verschiedener Maschinen, sondern auch den von gesamten Verfahrensschritten enthalten.

Arbeitspaket Modellbetriebe

In dem Arbeitspaket werden Modellbetriebe in wichtigen Ackerbauregionen Europas etabliert. Hierfür werden in Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Unternehmen und regionalen Beratern die dominierenden Verfahrensketten erhoben. Weiterhin werden für die jeweiligen Betriebe Szenarien zu den im Jahr 2030 zu erwartenden Verfahrensketten entwickelt. Hierfür werden verfahrenstechnische Innovationen und pflanzenbauliche Entwicklungen berücksichtigt und ökonomisch bewertet.

Arbeitspaket Qualifizierte Effizienz

Ziel dieses Projektteils ist es, eine Methode zu entwickeln, die eine Bewertung von effizienzsteigernden Maßnahmen unter Berücksichtigung von Kraftstoffverbrauch und Arbeitsqualität ermöglicht. In diesem Rahmen müssen die Verfahren analysiert und die Einflussfaktoren ermittelt werden. Die Methode wird im Anschluss anhand eines Beispiels einer Bodenbearbeitung validiert. Die dann bestehende Bewertungsmethode soll genutzt werden, um die Energieverbrauchsveränderung in Relation zur Arbeitsqualität zu setzen. Weitere Informationen zu diesem Projektteil können in folgenden Paper [8] nachgelesen werden.

Arbeitspaket Simulationsmodell

Ziel ist es, ein Tool zu entwickeln, welches Maschinenhersteller, Berater, Verbände, Forschungseinrichtungen und Prüfinstitute zur Erstellung von Handlungsempfehlungen für den effizienten Kraftstoffeinsatz verwenden können. Grundlage sind Einzelmaschinenmodelle zur Berechnung der zeitbezogenen Kraftstoffverbräuche in den verschiedenen Teilzeiten und Verfahrensmodelle zur Ermittlung der Teilzeiten der eingesetzten Maschinen. In einem Gesamtsimulationsmodell sind zusätzlich die Einsparpotentiale und Modellbetriebe hinterlegt, um Szenarien je nach Änderungen in der technischen Ausstattung, in der Betriebsstruktur und im organisatorischen Ablauf zu berechnen.

Arbeitspaket Einsparpotentiale

Das Arbeitspaket Einsparpotentiale beschäftigt sich mit der Ermittlung und Quantifizierung von relevanten Kraftstoff-Einsparpotentialen in folgenden Bereichen:

- Traktoren
- Anbaugeräte
- Erntemaschinen
- Verfahrensketten

Hierbei werden sowohl sich im Markt befindliche Produkte als auch mögliche zukünftige Produktentwicklungen betrachtet.

Arbeitspaket Gesamtergebnisse

Im letzten Schritt werden die Arbeitsergebnisse auf Nachvollziehbarkeit und Plausibilität überprüft. Die verifizierten Ergebnisse werden in Handlungsempfehlungen überführt und veröffentlicht. Die zielgerichtete Veröffentlichung soll nicht nur Hersteller, sondern auch Anwender und Forschungseinrichtungen erreichen.

Zusammenfassung

Im Rahmen der stetigen Weiterentwicklung und angesichts des steigenden Druckes in Sachen Energieeffizienz und Emissionsreduzierung sind Lösungen, welche nur sehr beschränkte Bereiche wie zum Beispiel den Motor betrachten, nicht mehr ausreichend. An dieser Stelle wird das EKOtech Projekt tätig. Es werden die Möglichkeiten zur effizienten Kraftstoffnutzung über die gesamte landwirtschaftliche Prozesskette hinweg analysiert und bewertet. Begonnen bei einer Datenerhebung als Grundlage über Modellbetriebe, Simulationsmodelle und einer Betrachtung der qualifizierten Effizienz werden als Ergebnis Einsparpotentiale quantifiziert und Handlungsempfehlungen erarbeitet.

Literatur

- [1] Europäisches Parlament und Europäischer Rat: RICHTLINIE 97/68/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Maßnahmen zur Bekämpfung der Emission von gasförmigen Schadstoffen und luftverunreinigenden Partikeln aus Verbrennungsmotoren für mobile Maschinen und Geräte. Brüssel: 16.12.1997.
- [2] Europäisches Parlament und Europäischer Rat: VERORDNUNG (EU) 2016/1628 über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte für gasförmige Schadstoffe und luftverunreinigende Partikel und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte, zur Änderung der Verordnungen (EU) Nr. 1024/2012 und (EU) Nr. 167/2013 und zur Änderung und Aufhebung der Richtlinie 97/68/EG. Brüssel: 14.09.2016.

- [3] Wulfmeier, K.: Anforderungen an Methoden zur Effizienzbewertung von mobilen Maschinen. Technische Universität Braunschweig. Dissertation von 2016. Aachen: Shaker, 2016 (Forschungsberichte aus dem Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge). – ISBN 978-3-8440-4854-4.
- [4] Fleck, B.; Nacke, E.; Böttinger, S.: Der Weg zur freiwilligen Selbstverpflichtung der europäischen Landtechnikindustrie zur Reduktion von CO₂-Emissionen. In: 72. Internationale Tagung Landtechnik. Berlin: 19.-20.11.2016.
- [5] CECE, Committee for European Construction Equipment (Hrsg.); CEMA, European Agricultural Machinery (Hrsg.): CECE and CEMA Optimising our industry 2 reduce emissions. Brüssel: 17.10.2011.
- [6] EKoTech Konsortium: EKoTech Kick-Off Präsentation. Darmstadt: 13.07.2016.
- [7] EKoTech Konsortium: EKoTech Vorhabensbeschreibung. Bonn: 02.05.2016.
- [8] Frerichs, L.; Hanke, S.: Efficiency of Processes and Machines in Agriculture and Construction. In: Proceedings - 8th AVL International Commercial Powertrain Conference-Helmut-List-Halle, Graz, Austria: 20.-21.05.2015.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 09.04.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Decker, Max: Effiziente Kraftstoffnutzung in der AgrarTechnik - EKoTech. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64166>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/273.html>

Kommunikationssysteme in der Landtechnik

Jan Horstmann, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG, Spelle

Kurzfassung

Die Digitalisierung und damit verbundene disruptive Änderungen von Geschäftsprozessen und -Modellen sind im Jahr 2016 Hauptthema in der Landtechnik. Landwirtschaftliche Prozessoptimierung wird mit Hilfe von digitalen Kommunikationssystemen und Datenmanagement-Lösungen unter dem Begriff Farming 4.0 als Top-Thema eingeordnet.

Die Hersteller von landwirtschaftlichen Maschinen sowie die Hersteller von Farm-Management-Systemen überarbeiten aktuell ihre Digitalisierungs- und Produktstrategien. Neben der Standardisierung von Schnittstellen und Austausch-Protokollen ist die Einrichtung einer übergreifenden Datendrehscheibe eine der Hauptaufgaben. Die Hersteller haben erkannt, dass der reine Verkauf von Produkten im Zeitalter der Digitalisierung nicht mehr ausreicht. Durchgängige Lösungen, Apps, Services und Dienste sind als Ergänzung zum herkömmlichen Produkt wichtig zur Optimierung landwirtschaftlicher Prozesse. Kommunikationssysteme und Farming 4.0 sind entscheidende Innovationstreiber.

Schlüsselwörter

Datendrehscheibe, Apps, Dienste, Telematik, Services, Farming 4.0, Internet of Things (IoT), Datenmanagement, Prozessoptimierung, ISOBUS, Software, offene Systeme, WWW

Communication systems in agriculture

Jan Horstmann, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, Spelle

Abstract

Digitalization and disruptive changes of business models become important discussion points in 2016. Agricultural process optimization is the main topic of Farming 4.0, supported by digital communication systems and data management solutions.

Manufacturers and FMIS providers start to enhance their digitalization and product strategies. Besides standardization of interfaces and data exchange protocols the implementation of a manufacturer independent Data Hub is a main issue in 2016. Manufacturers recognize that just selling products is not enough. Seamless solutions, services and apps are additions to the classical products and form a fundamental part to optimize agricultural processes. Communication systems and Farming 4.0 are important innovation factors.

Keywords

Data Hub, apps, services, telematics, Farming 4.0, Internet of Things (IoT), ISOBUS, data management, process optimization, software, open systems, WWW

Digitalisierung und disruptive Entwicklungen

Die Digitalisierung in der Landwirtschaft ist weiter auf dem Vormarsch. Für die Landwirte und Lohnunternehmer ergeben sich mit der Digitalisierung und Farming 4.0 große Optimierungspotenziale. Um die Potenziale zu heben, ist eine Anfangsleistung zu erbringen. Der Einstieg in die digitale Landwirtschaft ist herausfordernd, so gilt es, Flächen zu kartographieren, Betriebs- und Verwaltungsdaten elektronisch zu erfassen und die wenigen vorhandenen Fachkräfte für die Nutzung der Systeme zu qualifizieren. Laut einer aktuellen Umfrage der Bitkom gemeinsam mit dem Deutschen Bauernverband [1] beschäftigen sich über 50% der Landwirte mit Farming 4.0.

Farming 4.0 umfasst dabei sowohl den Ackerbau, die Viehhaltung, den Maschineneinsatz als auch die Materialwirtschaft rund um Saatgut, Pflanzenschutzmittel und die Anbauberatung. Dabei wird der Entwicklungsfortschritt in der Innenwirtschaft, insbesondere im Bereich der Fütterungsroboter am höchsten eingeschätzt, gefolgt von komplexen Landmaschinen, wie z.B. Mähdrescher und Feldhäcksler. Der Einsatz von Farm-Management-Systemen, landwirtschaftlichen Apps und spezialisierten Diensten erlangt zunehmend Bedeutung in der Landwirtschaft.

Anwender monieren nach wie vor, dass sich viele Systeme zu komplex in der Handhabung darstellen, weitergehend wird die Durchgängigkeit der Systeme über Prozess- und Hersteller Grenzen hinweg kritisiert. Die Sorge um Datenschutz und Informationssicherheit schwingt dabei ebenfalls mit. Gut zwei Drittel aller Landwirte sehen insgesamt jedoch große Chancen in der Digitalisierung der Landwirtschaft.

Die Hersteller von Landtechnik und landwirtschaftlicher Anwendungssoftware überarbeiten derzeit ihre Digitalisierungsstrategien, um den Anregungen aus der Praxis gerecht zu werden. Die Argumentationsketten für den Einsatz von Kommunikationssystemen und Farming 4.0 Lösungen umfassen die Steigerung der Maschineneffizienz, die Minimierung des Kraftstoffverbrauchs, des Verschleiß sowie der Stillstands-Zeiten. Rund um den Bereich der Telematik ist die Entstehung neuer disruptiver Geschäftsmodelle zu beobachten. Das reine Produkt, z.B. die Landmaschine, ist nichtmehr alleiniger Verkaufsfaktor. Neben der Maschine werden intelligente Sensoren und Kommunikationssysteme notwendig. Anhand dieser ergänzenden Systeme werden neue Geschäftsmodelle angeboten, u.a. prädiktive Wartung, zugesicherte Einsatzverfügbarkeiten und "Full"-Service. Ein Beispiel für die Nutzung von Kommunikationssystemen in der Landtechnik ist die Messbarkeit des Nutzungsversprechens einer Landmaschine. Daraus lassen sich disruptive Geschäftsmodelle ableiten, z.B. eine Garantie bzw. Versicherung auf den Kraftstoffverbrauch eines Traktors in definierten Anwendungsbereichen[2].

Alle namhaften Hersteller von Landtechnik arbeiten an Digitalisierungskonzepten, Kommunikationssystemen, Apps, Diensten und intelligenten Services. Sensoren in Maishäckslern, Ernte per Tablet, die Digitalisierung und Kommunikationssysteme erlauben ein effizienteres und nachhaltiges Wirtschaften, damit werden massive Leistungssteigerungen in Prozessketten erreichbar. Weitere Innovationen und disruptive Modelle[3] sind zu erwarten.

Datenschutz und Security

Die Daten und das Wissen der Landwirte und Lohnunternehmer hat essentielle Bedeutung. Elektronische Datenhaltung und digitale Weitergabe von Informationen werden zunehmend zur Selbstverständlichkeit, jedoch gibt es im Kreise der Landwirte und Lohnunternehmer nach wie vor dazu kritische Stimmen. Landwirte sind nicht bereit, die Daten bei einem Hersteller zu speichern.

Die Anforderungen der Endanwender an moderne Kommunikationssysteme hinsichtlich Datenschutz und Security lauten: [4]

- Das Eigentum der Daten bleibt beim Erzeuger (Landwirt / Lohnunternehmer)
- Der Anwender hat volle Möglichkeiten zur Selbstbestimmung
- Der Anwender entscheidet, wem er welche Daten freigibt
- Der Schutz vor fremden Zugriff muss gewährleistet sein
- Zugriffe und Datennutzung werden dokumentiert
- Befristete und selektive Datenfreigaben müssen realisierbar sein
- Jede Anwendung umfasst eine Daten-Nutzungsbeschreibung
- Daten dürfen nicht an behördliche Einrichtungen weitergeleitet werden
- Daten müssen an einem neutralen Ort gespeichert werden (nicht bei Herstellern)
- Nutzung von zertifizierten Rechenzentren mit Zugriffsschutz [5].

Wenn diese Grundsätze erfüllt sind, dann ist eine Datenspeicherung an einem neutralen und geschützten Ort im Web realisierbar. Die Gewährleistung des sorgfältigen Umgangs mit den landwirtschaftlichen Daten ist zukünftig zwangsweise erforderlich, um die sensiblen und betriebswirtschaftlich hochwertigen Daten zu schützen.

Während die Landwirte und Lohnunternehmer den Datenschutz betonen, müssen sich die Maschinenhersteller der Aufgabe Security stellen. Hersteller von Landtechnik, Apps und Diensten sind gefordert, ihre Software gegenüber externen Angreifern zu schützen. Aktuelle Beispiele aus der Automobil-Industrie[6] belegen, dass Fahrzeuge bei unzureichender Absicherung schnell unfreiwillig außer Betrieb gesetzt werden können oder in ihrer Funktion gestört werden. Für die Landtechnik bedeutet Security die Einführung von Verschlüsselungen, Zugriffsschutz, Trennung von Bus- und Kommunikationssysteme und die Einführung neuer Prozesse um Erhalten von Security-Standards.

Im Bereich des Datenschutzes und der Security entsteht gerade ein neues Tätigkeitsfeld, dem sich die Landtechnik-Hersteller stellen müssen. Security ist kein Zustand sondern ein Prozess, d.h. die Sicherheitsbewertungen müssen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden, auftretende Schwachstellen müssen aufgedeckt und durch Software-Aktualisierungen geschlossen werden.

Marktbewegungen bei Kommunikationssystemen

Die Entwicklungen im Bereich der Kommunikationssysteme und der Digitalisierung zeigen, dass durchgängige Lösungen über alle Produkte und Prozesse erforderlich sind. Die Optimierung von Einzelprozessen und einzelnen Maschinen wurde über die letzten Jahrzehnte ausgereizt. Weitere Optimierungspotenziale sind nur durch vernetzte Funktionen und vernetzte Maschinen, Systeme und Dienste zu heben. Die gesamte Wertschöpfungskette der Landwirte und Lohnunternehmer soll digitalisiert werden [7].

Die Aktivitäten um Farming 4.0 erlangen zunehmende Bedeutung. Viele Landwirte und Lohnunternehmer sind derzeit noch mit Schlagwörtern, unzähligen Funktionen und komplexer Bedienung überfordert. Viele potentielle Endanwender sind aus diesem Grund noch zögerlich bei der Einführung digitaler Kommunikationssysteme und Farming 4.0 Lösungen. Die aktuelle Marktsituation ist unübersichtlich, viele neue Marktteilnehmer fluten den Markt. Erste Konsolidierungen sind zu beobachten. Alle relevanten Landtechnik-Hersteller arbeiten an Digitalisierungsstrategien. Neben den Landtechnik-Hersteller positionieren sich die Landtechnik-Händler mit digitalen Strategien im Bereich Farm-Management-Informationssysteme sowie digitaler Services rund um Maschinenservice oder Anbau-Beratung. Die klassischen Legacy-Systeme, die im Büro auf PCs eingesetzt wurden, werden durch moderne webbasierte Lösungen abgelöst.

Im Bereich der Telematik-Lösungen wird seitens der Landtechnik-Hersteller kräftig gearbeitet. Bisher waren Telematik-Einheiten "Black-Boxen", die einzig Richtung Landtechnik-Hersteller gemeldet haben. Neue Generationen von Telematik wurden im Laufe des Jahres 2016 vorgestellt. Telematik wird konfigurierbar, Datenziele werden frei wählbar und nützliche weitere Dienste und Services werden mit Telematik kombiniert, um den Systemnutzen zu maximieren und die Anschaffung für Landwirte und Lohnunternehmer attraktiver zu gestalten [8].

Digitalisierung, Farming 4.0 und elektronische Kommunikationssysteme erzeugen nachhaltigen Mehrwert. Das nachfolgende Bild zeigt relevante Markteinschätzungen von Landwirten.



Bild 1: Digitalisierung kommt Mensch, Tier & Umwelt zugute [9]

Figure 1: Digitalization assists people, animals and environment [9]

Die branchenweiten Standardisierungen [10] in der AEF sind in Arbeit. Ein wichtiges Kommunikationsprotokoll stellt dabei EFDI (Extended FMIS Data Interface) dar. Mit Hilfe dieses neu entwickelten Protokolls lassen sich Daten zwischen landwirtschaftlichen Arbeitsmaschinen und Portal-Systemen sowie zwischen unterschiedlichen Portal-Systemen austauschen.

Dies allein reicht nicht aus, um die Anforderungen der Landwirte und Lohnunternehmer zu erfüllen. Als Verwaltungswerkzeug von Datenströmen, Berechtigungen sowie zur Harmonisierung der Dateninterpretation entwickelt die DKE aktuell die Datendrehscheibe namens Data Hub[11]. Der Data Hub wird Maschinen unterschiedlicher Hersteller mit Farm-Management-Systemen, Apps und Services vernetzen. Die nachfolgende Darstellung zeigt das Funktionsprinzip des Data Hubs.

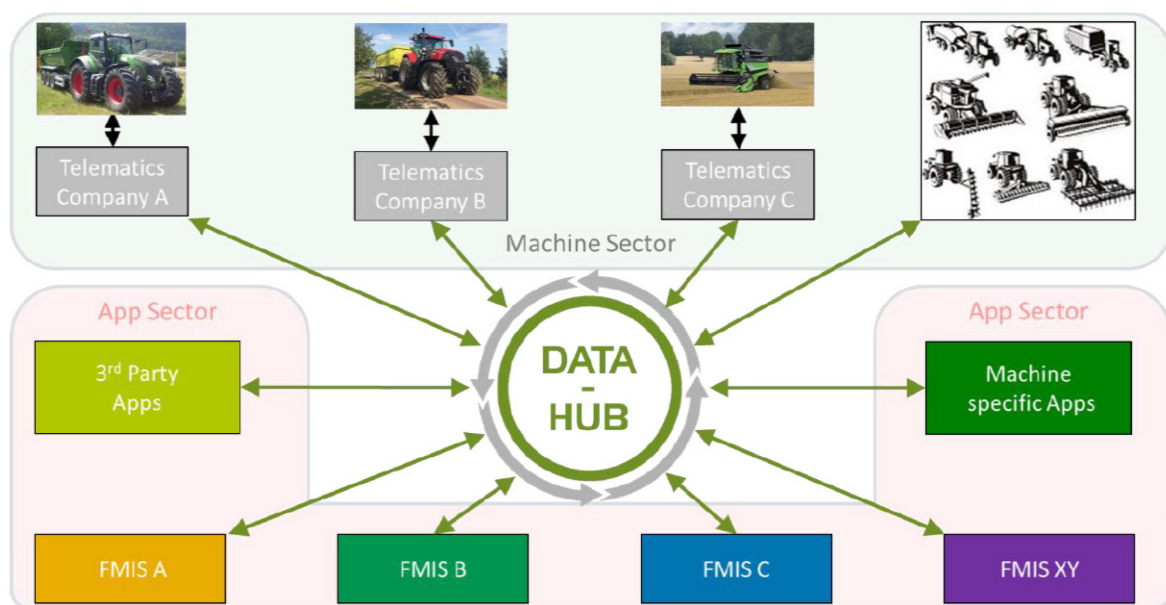


Bild 2: Konzept der landwirtschaftlichen Datendrehscheibe - Data Hub [11]

Figure 2: Concept of agricultural data hub [11]

Neben den praktischen Arbeiten zur Verbreitung von Farming 4.0 hat sich im Jahr 2016 ein weiterer Entwicklungstrend angedeutet. Feldroboter, Drohnen und autonome Fahrzeuge zeigen einen weiteren Technologie-Trend in der Landtechnik auf[12]. Diese Systeme befinden sich aktuell noch in einem frühen Entwicklungsstadium, haben jedoch allesamt Bedarf an Kommunikationssystemen und Farming 4.0. Das letztere ist die Grundvoraussetzung zur weiteren Automatisierung in der Landwirtschaft.

Der Markt für digitale Kommunikationssysteme und Farming 4.0 ist in Bewegung, übergreifende, durchgängige und einfach bedienbare Lösungen werden zukünftig den Landwirten, Lohnunternehmern und Maschinenringen dienen können, um ihren Tagesablauf zu optimieren, den Ressourcen-Einsatz zu mindern und die Ernteerträge zu maximieren.

Zusammenfassung

Die Aktivitäten um Farming 4.0 haben im abgelaufenen Jahr 2016 erneut einen Schwerpunkt der Entwicklungsarbeiten bei vielen Landtechnik- und Software-Hersteller dargestellt. Durch neue Anwendungsfelder, neue disruptive Geschäftsmodelle und steigende Kundennachfrage wird sicher dieser Entwicklungstrend noch intensivieren.

Die Themen Datenschutz, Datensicherheit und Security für Kommunikationssysteme müssen für eine weitere Verbreitung der Technologien gelöst werden. Die herstellerübergreifende Datendrehscheibe namens Data Hub, die von der DKE als Kooperation vieler namhafter Landtechnik-Hersteller entwickelt wird, bekommt dabei eine Kernrolle.

Durchgängigkeit der landwirtschaftlichen Anwendungssoftware und Maschinenkommunikation ist eine klare Anwenderforderung, die die Hersteller dabei adressieren müssen. Dienste, Apps und Services zur Minimierung des Ressourceneinsatzes, zur Maximierung der Ernteerträge müssen dabei entwickelt und in die Anwendung gebracht werden. Zunehmende Automatisierung mittels Feldrobotern, Drohnen und automatisierten Fahrzeugen wird die Anwendung von Kommunikationssystemen fordern und fördern.

Die Erleichterung der täglichen Arbeitsabläufe in der Landwirtschaft bleibt das Kernziel digitaler Kommunikationssysteme. In den nächsten Jahren wird sich diese Entwicklung intensivieren und bleibt dabei wichtiger Innovationsfaktor in der Landtechnik.

Literatur

- [1] Dr. Bernhard Rohleder, Bernhard Krüsken, Bitkom, DBV: Digitalisierung in der Landwirtschaft. Berlin, 02.11.2016.
- [2] Julia Eder, Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH:
<http://www.agrarheute.com/news/john-deere-erstattet-spritkosten>. Hannover, 28.10.2016.
- [3] Handelsblatt GmbH: Hightech statt Bauernregeln. URL
<http://www.handelsblatt.com/adv/sap-live-business/it-in-der-landwirtschaft-hightech-statt-bauernregeln/14812828.html>. Düsseldorf - Zugriff am: 05.12.2016.
- [4] Prof. Klaus Gennen, Partner der Kanzlei LL, Hochschullehrer an der TH Köln, Ausgewählte Datenschutzfragen bei Precision Agriculture, GIL-Tagung. Osnabrück, 22.02.2016.
- [5] Big Data und Datenschutz in der Landwirtschaft: Wem gehören die Daten?, GIL-Tagung Podiumsdiskussion: Hans-Peter Grothaus, Jan Horstmann, Reinhard Reents, Miriam Taenzer, Ulrich Westrup. Osnabrück, 22.02.2016.
- [6] Patrick Beuth, Zeit Online GmbH, Die Mutter aller Autohacks. URL
<http://www.zeit.de/digital/datenschutz/2015-07/verkehr-auto-jeep-hacker-rueckrueckfolgen>. Hamburg - Zugriff am: 27.07.2016.
- [7] Dr. Jens Möller, Dr. Johannes Sonnen, DKE-Data GmbH & Co. KG, Datenmanagement in Landwirtschaft und Landtechnik. Osnabrück, 02.12.2016.

- [8] Jan Horstmann, Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG, Konnektivität und Datenmanagement in der Landtechnik, VDI-Tagung. Köln, 23.12.2016.
- [9] Dr. Bernhard Rohleder, Bernhard Krüsken, Bitkom, DBV: Digitalisierung in der Landwirtschaft. Berlin, 02.11.2016.
- [10] Agricultural Electronics Industry Foundation (AEF) e.V., PT FMIS. URL <http://www.aef-online.org/en/aef-projects/the-project-teams.html>. Frankfurt - Zugriff am: 22.11.2016.
- [11] Dr. Jens Möller, Dr. Johannes Sonnen, DKE-Data GmbH & Co. KG, Datenmanagement in Landwirtschaft und Landtechnik. Osnabrück, 02.12.2016.
- [12] iVT International,
They move in mysterious ways Boone, IA, USA September 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Horstmann, Jan: Kommunikationssysteme in der Landtechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64167>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/275.html>

Assistenz- und Automatisierungslösungen

Gerrit Henrikus Buff, Tobias Blume, Ilja Stasewitsch

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Technische Universität Braunschweig

Kurzfassung

Die Produktentwicklung in der Landtechnik ist zunehmend durch den Fortschritt in den Bereichen Sensorik, Elektronik und Software geprägt. Dies ermöglicht Automatisierungslösungen und Assistenzsysteme die, wie auch in vielen anderen Technologiebranchen, der Schlüssel zu Innovation sind. Ökonomische, ökologische und ergonomische Aspekte sowie eine Zunahme der Regulationen durch den Gesetzgeber lassen die Anforderungen an landtechnische Produkte weiter steigen. Der Einsatz von Automatisierungstechnik ermöglicht zum einen bei steigender Komplexität der Maschinen eine idealerweise sinkende Belastung des Maschinenführers. Zum anderen wird aber auch die Rolle des Maschinenführers vom klassischen Arbeiter hin zu einem Manager verlagert, der immer weniger direkt in Prozesse eingreifen muss. Neben Umfelderkennung und neuartigen Sensorsystemen sind vor allem Precision Farming und Expertensysteme die zentralen Themen aktueller Entwicklungen.

Schlüsselwörter

Automatisierung, Assistenzsysteme, Precision Farming, Expertensysteme

Assistance- and Automation-Solutions

Gerrit Henrikus Buff, Tobias Blume, Ilja Stasewitsch

Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles

Abstract

The product development in agricultural engineering is increasingly influenced by the enhancement of sensors, electronics and software. Automation and assistant-systems are - like in many other technology-sectors - the key of innovation. Requirements for agricultural machinery is constantly increasing caused by economic, ecologic, ergonomic and legislative aspects. Thus growing complexity can be faced with automation and assistance-systems to minimize the driver's workload. Furthermore, the driver's role is changed from a classic worker to a manager who is less involved in direct control of processes. Besides the detection of the environment and novel sensors, precision farming and expert systems are the main topics of agricultural engineering.

Keywords

Automation, Assistant Systems, Precision Farming, Expert Systems

Umfelderfassung

Die zunehmende Größe von Landmaschinen birgt in der alltäglichen Nutzung viele Gefahren und Schwierigkeiten. Im öffentlichen Straßenverkehr, auf landwirtschaftlichen Betriebshöfen und bei der Feldarbeit kann die Unübersichtlichkeit der Fahrzeuge schnell zu Personen- oder Sachschäden führen. Einige Hersteller haben daher schon seit längerem Rückfahrkameras als Zusatzausstattung für ihre Maschinen im Sortiment.

Die Firma Fliegl bietet das System Hawk an, welches speziell zur Überwachung des vorderen Seitenraumes von Fahrzeugen mit großen Vorbaugeräten konzipiert ist. Hierbei werden zwei Kameras am vorderen Ende des Fahrzeuges montiert, die jeweils nach rechts und links gerichtet sind. Die beiden Kamerabilder werden gemeinsam auf einem Bildschirm in der Kabine angezeigt. Der Fahrer hat hierdurch beim Ein- und Ausfahren aus engen Einfahrten, Toren, Kreuzungen etc. die Möglichkeit den Querverkehr zu erfassen. Vorteilhaft ist auch, dass der gesetzlich vorgeschriebene Einweiser für den Straßenverkehr entfällt [1].

Die Firmen John Deere, Fendt und Same Deutz-Fahr gehen bei der Umfelderfassung noch einen Schritt weiter. Sie setzen auf Traktoren und Mähdreschern Kamerasysteme ein, die die Bilder von bis zu sechs Kameras in eine 360° 3D-Projektion verrechnen und dem Bediener dies auf dem Terminal anzeigt (**Bild 1**). Dieser kann sich sein Fahrzeug aus der Vogelperspektive anzeigen lassen. Zusätzlich lassen sich die Fahrspur und Schwenkräume für den aktuellen Lenkwinkel einblenden. Der Bediener kann auch durch die Wahl einzelner Kameras zum Rangieren verdeckte Räume einsehen. Das System DriverExtendedEyes von Same Deutz-Fahr bietet zusätzlich die Funktion Personen vor dem Fahrzeug zu erkennen und dem Fahrer eine Warnmeldung anzuzeigen [2; 3; 4].

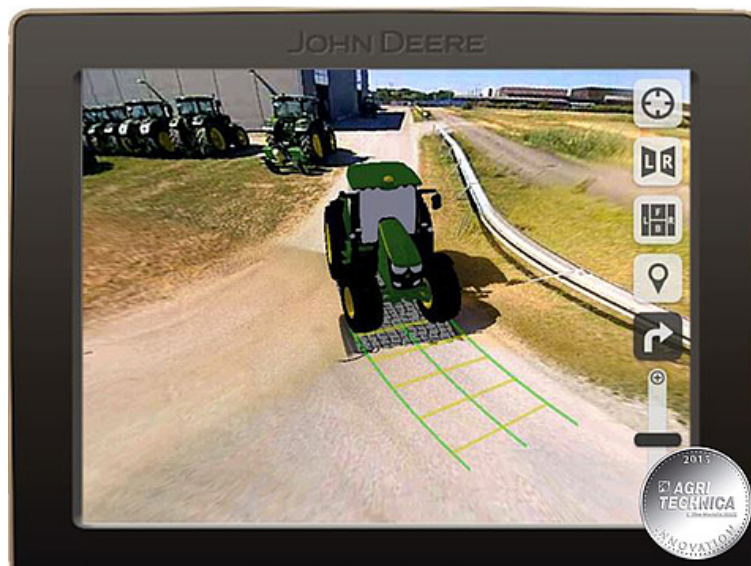


Bild 1: Visualisierung des John Deere 360°-Kamerasystems.

Figure 1: Visualization of John Deere's 360°-Camera-System.

Beispielhaft für den Einsatz gängiger Sensorik aus der Automobilindustrie ist das von der Firma Fliegl entwickelte System Scout. Bei diesem System, vergleichbar mit Parkassistenten

der Automobilindustrie, werden Anhänger und Anbaugeräte mit Ultraschallsensoren ausgestattet, welche mit dem Fahrzeugterminal über den ISOBUS verbunden sind. Auf diesem wird dem Fahrer dann die aktuelle Rangiersituation visuell dargestellt [1].

Neuartige Sensorsysteme

Für die Optimierung der Prozessqualität sind häufig neuartige Sensorsysteme erforderlich. So können in der Landtechnik Prozesse mitunter erst (teil-)automatisiert werden, wenn bestimmte Parameter im Prozess gemessen werden können.

Die niederländische Firma D-Tec hat einen Nahinfrarotspektroskopie-Sensor vorgestellt, welcher direkt den Stickstoff-, Phosphor- und Kaliumgehalt in Dünger und Gülle bestimmen kann. Das Sensorsystem, welches sich noch in der Pilotphase befindet, kann einen wichtigen Beitrag für das Precision Farming liefern. Durch die echtzeitfähige Bestimmung der Nährstoffkonzentration in Gülle können Landwirte beispielsweise eine optimale Nährstoffzusammensetzung durch Hinzufügen künstlicher Dünger erreichen. Die Landwirte können damit auch die gesetzlichen Obergrenzen beim Ausbringen organischen Dünger einhalten, ohne teure und zeitraubende Laboranalysen durchzuführen [5].

Ein weiterer innovativer Sensor ist der Topsoil Mapper von Geoprospectors (**Bild 2**), welcher an der Traktorfront montiert wird. Dieser Sensor kann verschiedene Parameter wie Bodenart, Bodenhorizonte, Wassersättigung und Verdichtung des Bodens durch elektromagnetische Induktion in Echtzeit bestimmen. Neben einer Offline-Kartierung stellt der Sensor im Online-Betrieb am Traktor laufend Daten bereit, um zum Beispiel gezogene Bodenbearbeitungsgeräte auf die Bodengegebenheiten einzustellen. Mit diesem Sensor sind eine Vielzahl weiterer Anwendungen im Bereich des Precision Farmings denkbar [6].



Bild 2: Topsoil Mapper von Geoprospectors im Einsatz.

Figure 2: Geoprospectors Topsoil Mapper in use.

Das Start-up-Unternehmen Deepfield Robotics der Firma Bosch hat das informierende System Asparagus Monitoring zur Optimierung des Spargelanbaus entwickelt. Das System besteht aus Temperatursensoren, die in verschiedenen Tiefen die Temperatur im Spargeldamm messen. Die Messdaten werden in regelmäßigen Abständen auf einem Server gespeichert, welche jederzeit mit einer Mobile App abgerufen werden können. Durch die

Analyse der Temperaturverläufe und der Festlegung von Temperaturgrenzwerten kann der Landwirt die Temperatur im Damm optimal regeln, indem dieser entsprechende Maßnahmen ergreift. Das Wenden der Abdeckfolie auf die schwarze Folienseite erwärmt bzw. auf die weiße Folienseite kühlt den Damm. Durch die richtige Temperatur im Damm wird die Spargelqualität verbessert, so dass sich die Spargelköpfe nicht vorzeitig öffnen oder der Spargel nicht hohl wird. Weiterhin kann der optimale Erntebeginn durch die Summation der Tagesdurchschnittstemperaturen abgeschätzt werden [7].

Precision Farming

Der Bereich Precision Farming gilt in der modernen Landwirtschaft als einer der bedeutendsten Faktoren zur Steigerung der Produktivität, da dieser sich direkt auf das Kosten-Nutzen-Verhältnis einer Maschine auswirkt. Die höheren Anfangsinvestitionen amortisieren sich oft verhältnismäßig schnell und bieten fortan einen erheblichen Produktivitätsvorteil.

Traktoren

Bei Traktoren sind das autonome Lenken und Fahren auf den Arbeitsgassen seit längerem fester Bestandteil des Themas Precision Farming. Auf dem Vorgewende musste bisher jedoch oft noch manuell gelenkt und weitere Befehlssequenzen gegeben werden (Kraftheber, Zapfwellen, Differentialsperre, etc.). Dies änderte sich mit dem Erscheinen von John Deeres iTec Pro, einem Vorgewendemanagement, das sich durch manuelle Fahr- und Befehlssequenzen anlernen lässt. Mit dem aktuell erschienenen System iTec Autolearn entfällt nun auch das gezielte Aufnehmen von Fahr- und Befehlssequenzen. Es erkennt sich wiederholende Sequenzen und schlägt diese dem Fahrer zum Abspeichern und zukünftigen automatischen ausführen vor [2].

Saat

Im Bereich Saat sind zweierlei nennenswerte Produkte erschienen. So entwickelte die Firma Amazone mit AutoPoint eine automatische, über die Arbeitsbreite aufgelöste Vorgewendeschaltung. Hiermit kann bei Diagonalfahrten auf das Vorgewende oder beim Ineinanderlaufen zweier Arbeitsgassen ein präzises Säbild ohne Mehrfachablagen erzielt werden [8].

Eine Kurvenfahrt beim Säen beeinflusst wiederum das Säbild in der Art, dass die Legeabstände im Kurveninneren enger und im Kurvenäußeren weiter werden. Horsch bietet für dieses Problem eine Lösung namens ContourFarming an. Hierbei können die Legeabstände für jede Reihe einzeln eingestellt und bei einer Kurvenfahrt entsprechend angepasst werden. Möglich wird dies durch zwei zusätzliche Radarsensoren zur Geschwindigkeitsbestimmung an der Außenseite des Anbaugerätes [9].

Pflanzenschutz

Im Bereich Pflanzenschutz haben Amazone und Horsch ebenfalls zwei interessante Neuerungen entwickelt. Horschs Systeme BoomSight und BoomControl (**Bild 3**) sorgen für mehr Sicherheit und Präzision bei der Arbeit mit Feldspritzen. Ein Laserscanner tastet das Terrain vor der Maschine ab worauf hin das Spritzengestänge an verschiedene Bodenkonturen an-

gepasst werden kann. Auf diese Art kann ein einheitliches Sprühbild erzeugt werden. Weiterhin erkennen die Systeme Bestandslöcher, die bei der Applikation des Spritzmittels ausgespart werden können. Eine zusätzliche Hinderniserkennung entscheidet ob ein Hindernis durch kurzzeitiges anheben des Spritzgestänges überfahren werden kann (z.B. ein Holzpfosten) oder ob eine Notbremsung erfolgen muss (z.B. bei einem Strommast) [9].



Bild 3: BoomSight und BoomControl von Horsch.

Figure 3: BoomSight and BoomControl from Horsch.

Amazones AmaSpot nutzt den neuartigen Sensor GreenSense der niederländischen Firma Rometron, mit dessen Hilfe Unkraut erkannt und gezielt mit Pflanzenschutzmittel versehen werden kann. Dies wirkt sich vor allem positiv bei der Anwendung von Totalherbiziden aus, da Spritzmittel gespart, der Behandlungsindex niedrig gehalten und Umwelteinflüsse (Eintrag in das Grundwasser, Bildung von Resistenzen, etc.) gemindert werden können [8].

Ernte

Die beiden Marktgiganten Claas und John Deere haben vor allem im Bereich Getreideernte innovative Produkte veröffentlicht. Die Gutflusskontrolle von Claas sorgt für eine optimale Auslastung des Mähdreschers indem die Leistungsgrenze des zum jeweiligen Zeitpunkt am stärksten belasteten Teilaggregates in der Prozesskette berücksichtigt wird. So wird vermieden, dass die Maschine trotz guter Parametrierung und gutem Druschergebnis nicht den maximal möglichen Durchsatz liefert. Zusätzlich verbessert Claas das Druschergebnis bei Hangfahrten mit seiner 4D-Reinigung. Dabei wird durch eine der Hanglage angepassten Regelung der Dreschtrommelklappen für eine besser verteilte Beaufschlagung der Trennsiebe gesorgt. Dies steigert die Trennleistung der Siebe und damit wiederum den Gesamtdurchsatz des Dreschers während einer Hangfahrt [10].

John Deere dagegen stellt mit seinem IntegratedCombineAdjustment eine vollautomatische Druschregelung vor. Hierbei kommen Kameras im Korntank und am Überkehrelevator zum Einsatz die die Druschqualität automatisch beurteilen. Die Parameter der Maschine müssen einmalig so eingestellt werden, dass die Druschqualität den Anforderungen entspricht. Fortan kann das System selbständig auf Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren und regelt aktiv nach [2].

Beim Thema Futterernte fährt Case NewHolland mit einer interessanten neuen Lösung auf. Das System IntelliCruise erkennt beim Ballenpressen die Schwadstärke und regelt dabei automatisch die Fahrgeschwindigkeit. Dies sorgt für homogene Ballenqualität und das Ausreizen der Leistungskapazität des Maschinengespanns [11].

Expertensysteme

Per Definition sind Expertensysteme (ES) Computerprogramme, die unter Zuhilfenahme einer Wissensdatenbank dem Menschen helfen Entscheidungen zu treffen. In der Landwirtschaft helfen sie Entscheidungen, die oft nach "Gutdünken" getroffen werden, zu präzisieren um im Rahmen gut fachlicher Praxis zu einem Optimum zu führen [12].

Fendt führt mit seinem Produkt GripAssistant erstmals ein Expertensystem ein, dass den Maschinenführer bei der Ballastierung, der Wahl des Reifendrucks und der Arbeitsgeschwindigkeit des Traktors unterstützt. Werden die genannten Parameter bisher oft nach Erfahrung und Gefühl gewählt, so kann es je nach Anbaugerät und geplanter Arbeitsmaßnahme konkrete Vorschläge hierfür liefern [3].

Die Firma Amazone hat ein Expertensystem mit dem Namen EasyCheck entwickelt, dass den Landwirt bei der Einstellung eines Düngerstreuers unterstützt. Der Maschinenführer legt hierfür schwarze Fangmatten über die Arbeitsbreite des Anbaugerätes aus und überfährt diese für eine Streuprobe. Anschließend werden die Matten mit einem Smartphone abfotografiert. Die zugehörige Smartphone-App berechnet mit Hilfe einer automatischen Bildverarbeitung die Beaufschlagung der Matten und empfiehlt geänderte Parameter für die Streuteller [8].



Bild 4: Integration verschiedener Akteure für Connected Nutrient von John Deere.

Figure 4: Integration of various participant in John Deere's Connected Nutrient.

Sehr umfassende Expertensysteme liefert John Deere für das Düngen und den Pflanzenschutz. Connected Nutrient (**Bild 4**) übernimmt das Nährstoffmanagement und berücksichtigt hierbei die Fruchtfolge sowie teilschlagspezifische Unterschiede des Nährstoffgehalts im Boden. Der Landwirt wird bei der Planung, der regelkonformen Ausbringung und der Dokumentation für eine Düngemaßnahme unterstützt.

Connected Crop Protection hat einen ähnlichen, auf den Pflanzenschutz ausgerichteten Funktionsrahmen. Wird dem System Befall durch einen bestimmten Schädling oder eine

Krankheit gemeldet, gibt es konkrete Handlungsempfehlungen und unterstützt auch hier bei der Planung, teilschlagspezifischer Applizierung und Dokumentation [2].

Zusammenfassung

Die Entwicklung von Automatisierungstechnik und neuer Assistenzsysteme ist offensichtlich nach wie vor ein wichtiger Teil der Landtechnikbranche, in dem die Hersteller um die Gunst der Kunden kämpfen. Dabei werden nicht nur die Berücksichtigung teilschlagspezifischer Unterschiede (Precision Farming) und die Unterstützung der Landwirte durch Expertensysteme zentrale Themen sein. Vielmehr werden auch ganzheitliche Herangehensweisen an verschiedene Arbeitsmaßnahmen und ihre Verknüpfung untereinander an Bedeutung gewinnen.

Literatur

- [1] Fliegl Agrartechnik GmbH, Mühldorf am Inn, www.fliegl-agrartechnik.de, 12.12.2016
- [2] John Deere GmbH & Co. KG, Bruchsal, www.deere.de, 02.01.2017
- [3] AGCO GmbH, Marktoberdorf, www.fendt.com, 02.01.2017
- [4] Same Deutz-Fahr Deutschland GmbH, Lauingen, www.deutz-fahr.com, 02.01.2017
- [5] D-Tec, Kesteren, Niederlande, www.d-tec.nl, 03.01.2017
- [6] Geoprospectors GmbH, Traiskirchen, Österreich, www.geoprospectors.com, 03.01.2017
- [7] Robert Bosch Start-up GmbH, Ludwigsburg, <https://www.deepfield-robotics.com>, 09.01.2016
- [8] AMAZONEN-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG, Hasbergen, www.amazone.de, 03.01.2017
- [9] HORSCH Maschinen GmbH, Schwandorf, www.horsch.com, 03.01.2017
- [10] CLAAS KGaA mbH, Harsewinkel, www.claas.de, 06.01.2017
- [11] Case NewHolland Industrial N.V., Amsterdam, Niederlande, www.newholland.com, 06.01.2017
- [12] Mertens, P; et al (1998): „Grundzüge der Wirtschaftsinformatik“, 5. Auflage, Springer Verlag

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 16.03.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Buff, Gerrit Henrikus; Blume, Tobias; Stasewitsch, Ilja: Assistenz- und Automatisierungslösungen. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64168>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/276.html>

Gesamtentwicklung Traktoren

Hermann Knechtges, Institut für Technik, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen - Geislingen

Karl Theodor Renius, c/o Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

Die Umsätze deutscher Traktorenhersteller (ohne Claas) gingen nur noch leicht zurück auf 3,43 Mrd. € (2015) und 3,32 Mrd. € (2016). Die Inlandszulassungen brachen angesichts niedriger Weltmarkt-Erzeugerpreise 2016 nochmals stark ein auf 28.746. Ausnahmegenehmigungen und Sonderregelungen gaben den Herstellern Spielraum bei der Umsetzung der aktuellen EU-Abgasstufen. Kompakte Traktoren im Leistungsbereich um 150 kW gewinnen an Bedeutung. Im unteren Leistungssegment dominiert die Blockbauweise, zunehmend mit integrierten Verstärkungen für den Anbau von Frontladern und Frontkrafthebern. Bei Traktorenfamilien um 75 bis 110 kW zielt man durch eine weltweit ungewöhnlich große Variantenvielfalt auf hohe Stückzahlen. Der ISOBUS (ISO 11783) für die Traktor-Geräte-Kommunikation (TIM) verbreitet sich weiter, gelangt aber an Grenzen der Übertragungskapazität.

Schlüsselwörter

Traktor, Schlepper, Traktormarkt, Traktorenentwicklung, Emissionen, Automatisierung

Agricultural Tractor Development

Hermann Knechtges, University of applied Sciences, Nürtingen - Geislingen

Karl Theodor Renius, Professorship of Automotive Engineering, Technische Universität München

Abstract

The German tractor production (without Claas) decreased only slightly to 3,43 Mrd. € (2015) and 3,32 Mrd. € (2016). Registrations dropped however 2016 again considerably due to the low agricultural world market price level to now 28.746 units. Regarding the present emission regulations, transitional arrangements offered the industry flexibility to fulfil them with some delay. 150 kW Tractors with high power density became popular. Below this class, block chassis designs dominate, increasing with integrated sections for front end loader and hitch attachment. Tractor families around 75 to 110 kW have been developed with an unusual large band width of variants worldwide for high production volumes. Introduction of the ISOBUS (ISO 11783) for tractor-implement- management (TIM) continues but its performance approaches limits in data transfer capacity.

Keywords

Tractor, Farm tractor, Tractor market, Tractor development, Emissions, Automation.

Marktsituation

Der Umsatz deutscher Traktorenhersteller (ohne Claas) ging 2015 nur noch wenig zurück von 3,51 auf 3,43 Mrd. € (-2,2 %) und in 2016 auf 3,32 Mrd. € (-3 %) [1]. Traktoren haben in Deutschland vor allem wegen der hohen Exporte von John Deere/Mannheim einen relativ hohen Anteil am Gesamtumsatz Landtechnik - in 2015 waren es 46,6 %.

Die deutsche Produktion ging in Stückzahlen stärker zurück als der Umsatz, **Tafel 1** (für 2016 waren die Besitzumschreibungen noch nicht verfügbar). Die Neuzulassungen fielen in 2016 nochmals deutlich ab auf 28 746 Einheiten (-10,8 %). **Tafel 2** wurde neu geordnet nach aktuellen Marktanteilen: John Deere, Fendt und Claas verloren, weiter vorgerückt ist Kubota, wenngleich mit überwiegend sehr kleinen Leistungen.

Tafel 1: Traktorengeschäft in Deutschland (Stückzahlen), ohne Geländefahrzeuge [1]

Table 1: Tractor business in Germany (units), without terrain vehicles [1]

Jahr/Year	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Produktion Production	58623	60732	65507	46432	50865	60551	59213	63599	51349	47893	43487
Neuzulassungen Newly registered	29015	28451	31250	29464	28587	35977	36264	36248	34611	32220	28746
Exporte Exports	46372	49931	54235	36758	40769	47886	46301	49772	40056	37866	34828
Besitzumschreib. Changing owner	77211	84601	86719	87175	93084	96.597	95005	99468	102272	102988	Not available

Tafel 2: Stückzahl-Marktanteile der größeren Anbieter bei den Traktoren-Neuzulassungen in Deutschland in % der Gesamtzulassungen (Zahlen für 2016 nach [2]).

Table 2: Market shares (units) of the major tractor suppliers in Germany in % (for 2016 from [2]).

Jahr/Year	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
John Deere	21,1	21,2	20,7	19,8	19,8	19,3	19,7	20,9	20,9	21,3	19,4	19,5	18,2
Fendt	17,4	16,8	16,0	17,1	17,2	17,2	16,5	15,9	16,5	17,3	17,1	17,0	16,0
Deutz-Fahr	9,7	10,1	10,7	11,5	11,5	10,6	10,8	10,8	10,9	10,5	9,6	10,0	9,5
Case IH+Steyr	10,8	8,8	9,1	9,4	10,0	9,6	9,1	8,0	10,1	7,7	10,0	7,7	8,3
Claas	4,5	5,9	5,5	6,8	6,6	7,8	7,3	8,2	6,8	8,0	7,7	8,3	7,1
Kubota	3,1	3,0	3,3	3,2	2,8	3,3	4,5	5,2	3,7	5,0	5,0	6,0	7,0
New Holland	6,1	5,1	6,0	5,6	5,7	5,8	6,7	5,7	6,7	7,0	8,0	7,3	6,9
MF	4,0	4,2	4,4	4,5	4,5	4,0	3,7	4,1	5,0	4,2	4,3	3,8	4,0
Iseki	2,4	2,9	3,0	2,8	2,5	2,6	3,5	3,1	2,8	2,8	2,5	2,9	3,0
Valtra	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,5	1,9	2,1	2,1	2,0	2,4	2,5
SLH	2,9	3,0	3,2	2,9	3,2	3,0	2,5	2,3	2,3	1,9	1,8	1,4	2,1
Merc.-Benz	1,7	1,9	2,1	1,5	1,5	1,7	1,5	1,5	1,3	1,4	1,2	1,2	1,6

Der globale Landtechnik-Jahresumsatz betrug nach VDMA-Schätzungen [1] in 2015 etwa 112 Mrd. US \$ (101 Mrd. €), davon Traktoren geschätzt etwa 40 %. Nach wie vor wird der Markt durch niedrige Preise für Grundnahrungsmittel belastet, wenngleich es erste Anzeichen für eine leichte Erholung gibt.

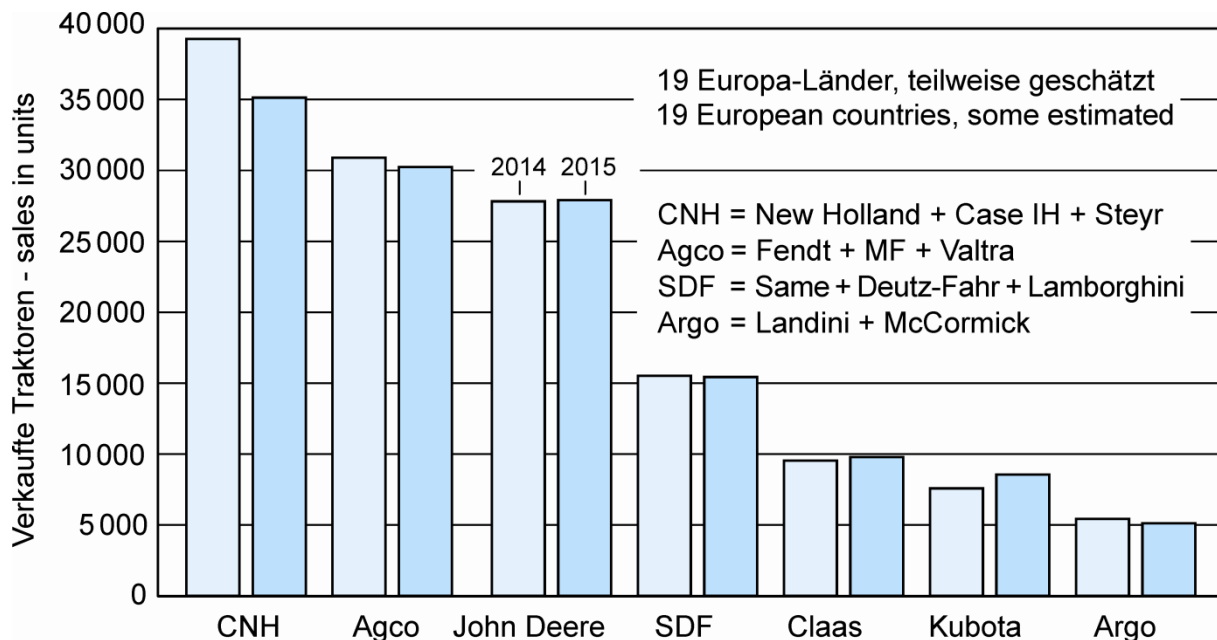


Bild 1: Verkaufte Traktoren in Europa 2014 und 2015 für 19 Länder nach Konzernen [3].

Figure 1: Tractor sales in Europe 2014 and 2015 for 19 countries by manufacturer groups [3]

In Europa Markt dominieren die drei großen Konzerne CNH Industrial, AGCO und J. Deere, **Bild 1** [3]. CNH belegt Platz 1, hat aber 2015 etwas Marktanteil verloren. Kubota konnte trotz der insgesamt leichten Rückgänge auch hier dazu gewinnen, etwas auch Claas.

Die Agrartechnik behält vor allem in weniger entwickelten Ländern ihre volkswirtschaftliche Schlüsselrolle [4] - mit dem Traktor als wichtigster Maschine. Nach [4] rangieren die meisten Länder der Erde im Bruttosozialprodukt noch immer weit bis sehr weit hinter den Industrienationen mit entsprechend großem Entwicklungspotenzial. Insgesamt wurden vor allem in Asien in den letzten Jahrzehnten bemerkenswerte Fortschritte erreicht [5].

Dazu gehört zum Beispiel China, wo sich bei Traktoren vor allem die Stückzahlen für mittlere und hohe Motorleistungen erhöht haben, unterstützt durch staatliche Subventionen [6]. Der Traktorenmarkt in Indien ist in Stückzahlen oberhalb von etwa 20 kW etwa gleich groß wie in China [7], beide zusammen etwa 1 Million Stück p. a. mit allerdings relativ kleinen Motorleistungen in Indien (typisch um 20 bis 40 kW), einfacher Technik und mäßigem Trend nach oben. Das liegt daran, dass die weitere Mechanisierung hier leider durch Erbteilung der überwiegend sowieso schon sehr kleinen Betriebe sehr behindert wird. Auch Japan hat das Problem einer überwiegend kleinparzelligen Struktur. Die durchschnittliche Traktor-Nennleistung der Inlandsverkäufe (48440 in 2015) erhöhte sich daher in 50 Jahren von 15 kW (1965) auf nur 26 kW (2015) [8]. Die Gesamtproduktion beträgt seit 2010 etwa 150000 p. a. Hier dürfte die durchschnittliche Leistungssteigerung infolge der Exporte etwas höher sein.

Traktoren aus Indien und China kommen unter dem Brand der Fullliner oder als eigene Marke verstärkt nach Europa [9, 10], während auch kleinere europäische Hersteller, z.B. Zetor versuchen, mit lokaler Produktion die weniger anspruchsvollen Märkte der Schwellen- und Entwicklungsländer zu bedienen.

Übersichten, Entwicklungsgrundlagen, Trends, Visionen

Globale Entwicklungstrends, Planungsstrategien und Werkzeuge des Technologietransfers wurden in [4] dargelegt mit einer Zusammenfassung grundlegender Arbeiten vor allem aus dem Club of Bologna.

Die Tagung "Landtechnik" fand am 22. und 23.11.2016 in Köln statt. Ein deutlicher Schwerpunkt betraf die erwartete Zunahme elektrischer und elektronischer Komponenten (siehe hierzu Kap. 3.2 des Jahrbuches).

Die Grenzen von Radfahrwerken sehr großer Standardtraktoren konnten bezüglich Kraftübertragung und Bodendruck durch vergrößerte Reifen und verstellbare Reifenluftdrücke zu immer höheren Leistungen verschoben werden [11]. Jetzt sind offenbar Grenzen erkennbar. Befragte Praktiker votierten für das Ausreizen des Standardtraktorkonzepts bis 500 PS (368 kW), darüber zu Knicklenkern mit 4 Bandlaufwerken (wie Case IH Quadrac und John Deere 9RX) [12]. Standardtraktoren mit Bandlaufwerken nur hinten gibt es auch, sie werden aber nicht favorisiert, vielleicht wegen bisher nur begrenzter Erfahrungen aus der Praxis.

Das Angebot an Traktormodellen, die die mit erheblichen Mehrkosten verbundene Abgasstufe 4/Tier 4final erfüllen, nimmt stetig zu. Aufgrund der Flexregelung für bereits produzierte und gekaufte Motoren gibt es am Markt noch ein beachtliches Angebot an Neumaschinen in der Abgasstufe 3b/Tier4i. Wenn es technisch möglich ist, bestimmte Modelle einer Baubreite mit einer Spurweite kleiner 1,15m zu liefern, werden diese verstärkt als Schmalspurversion homologiert, so z.B. der neue John Deere 5R, 5GL/GF/GV/GN, NH T5 Utility. Dann kommt für die gesamte Baureihe nicht die Abgasstufe 4/Tier 4f zur Anwendung, sondern 3b, zu deren Erfüllung in der Leistungsklasse bis 75 kW meistens keine SCR-Technik benötigt wird.

Dadurch, dass vielfach nur die Maximalleistung des Traktors kommuniziert wird, werden Traktoren bis ca. 75 kW mit einer Leistung in der Zulassung von bis zu 37 kW homologiert und brauchen folglich nur die deutlich anspruchsloseren Abgasgrenzwerte der Stufe 3a zu erfüllen (z.B. Fendt 200 Vario, MF 3600A). Nach dem 1.1.18 gilt für alle neu in den Verkehr gebrachten Traktoren die neue EU Fahrzeughomologation (Mother-Regulation) mit der Maximalleistung (mit Boost) als Nennleistung. Alte Werte sind dann nicht mehr direkt mit neuen vergleichbar.

Der Trend zu längeren Ölwechselintervallen setzt sich fort. John Deere bietet z. B. bei den Modellen 6 R bis zu 750 h. Die Abgasreinigung für Stufe 4 wurde verfeinert, der Verbrauch von AdBlue hat sich nach DLG-Tests deutlich verringert.

Das hohe Niveau des Wirkungsgrades einiger leistungsverzweigter Stufenlosgetriebe wird in [13], deutlich (siehe auch Kap. 3.2).

Traktoren mit einer hohen Leistungsdichte im 150 bis 190kW-Segment passen sehr gut zum Anforderungsprofil von Lohnunternehmen, z.B. Fendt 828, Case Optum, New Holland T7HD, John Deere 6250R, MF 7726, **Tafel 3**. Die Modelle verfügen wegen des universellen Anforderungsprofils alle über stufenlose Fahrtriebe und hohe Hydraulikleistungen.

Tafel 3: Technische Kennwerte in der oberen Mittelklasse, Leistung nach ISO; ECE R120; EG97/68)

Table 3: Characteristic specifications of tractors in the upper mid power class (ISO)

Modell	P _{Nenn} Rated Power	P _{Max} Max. Power	P _{Boost} Boost Power	Leer- masse Net weight	Zull.- GG Cross weight	Leistungsgewicht Power-weight ratio		Rad- stand Wheel base	Q _{Hydr.} [l/min]
						P _{Max}	P _{Boost}		Serie/ Option
	[kW]	[kW]	[kW]	[t]	[t]	[kg/kW]	[kg/kW]	[m]	
Fendt 828	211	211	-	9,52	16	45	45	2,95	152/ 205
John Deere 6250R	184	202	221	9,3	15	46	42	2,9	160*/ -
Case Optum/ NH T7.315HD	221	230	-	10,5	16	46	46	3	165/ 223
MF 7726 VT	176	188	206	8,15	14	43	40	2,67	150/ 190

*bei $n_{Motor}=1500min^{-1}$ / at $rpm_{Engine}=1500min^{-1}$

Traktorentechnik nach Herstellern

Mit einem batterieelektrischen Prototypen, der auf der SIMA 2017 ausgezeichnet worden ist [14], sammelt John Deere Einsatzerfahrungen [15] (siehe auch Jahrbuch Kap. 3.2).

Für 2017 hat man die Ergänzung der 6000er Baureihe nach oben mit den neuen Modellen 6230R und 6250R angekündigt (6 Zylinder, 169 und 184 kW 97/68 EC) [16]. Die im Radstand um 10 cm verlängerten Traktoren bieten bei einem Leergewicht von 9,3t hohe Zuladung. Der Lüfter des Ladeluftkühlers wird separat bedarfsgerecht hydraulisch angetrieben, während der Lüfter des restlichen Kühlerpaketes mit einer elektrisch geregelten Viskokupplung ausgestattet ist. Auf dem Multifunktions-Fahrhebel lassen sich vier Kippschalter und zusätzlich drei Taster in ihrer Funktion frei programmieren. So kann die Bedienoberfläche den unterschiedlichsten Arbeitsanforderungen vom Terminal menügeführt angepasst werden.

Die neue Baureihe 5 R verlässt das Rahmenkonzept des Vorgängermodells, **Bild 2**. Das gelbe Großgußteil integriert Motor-Ölwanne und Frontachsbock. Die oft kritische Verschrau-

bung beider wird kostengünstig vermieden und die Gestaltung erlaubt große Radeinschläge trotz tiefer Motorposition.

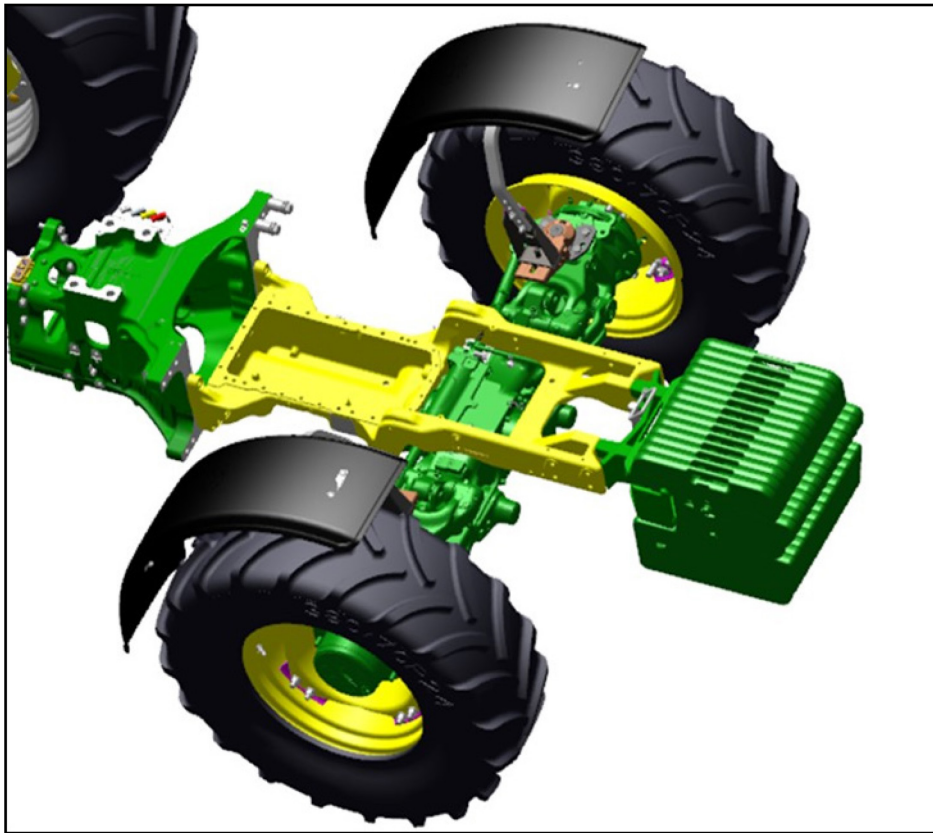


Bild 2: Einteiliger Tragrahmen (gelb) mit Spacer zum Anbau der Frontladerkonsole im John Deere 5R.
Figure 2: One piece frame (yellow) with spacer to take up front end loader (John Deere 5R).

Neben dem 4-stufigen Lastschaltgetriebe (4x4) wurde eine sehr fein gestufte Automatikversion mit 8 Lastschaltstufen (4x8) angekündigt (siehe Jahrbuch Kap. 3.2). Der konventionelle Schalthebel für das Gruppengetriebe wurde durch einen Vorwahlschalter ersetzt, mit dem der Fahrgeschwindigkeitsbereich auf das Spektrum einer Gruppe oder mehrerer Gruppen eingeschränkt wird. Der Wechsel zwischen den vorgewählten Gruppen findet automatisiert statt. Damit bietet man im unteren Leistungsbereich der 5er Familie nun ein ungewöhnlich breites Variantenspektrum für unterschiedlichste Märkte.

Fendt stellte die neue Baureihe 500 mit Abgasstufe 4 erstmals auf der AG Progress Show in Pennsylvania/USA vor. Die Maschineneinstellung erfolgt weitgehend über das schon bekannte 10.4"-Terminal in Smartphone-Optik. Optional wird neben den drei bisherigen Drehzahlen die Zapfwellendrehzahl 1000E angeboten. Mit einer Erhöhung des zulässigen Gesamtgewichts auf 10,5t werden Zuladungen von über 4t möglich.

In [17] wird das neue Kühlgebläse der Serie 1000 beschrieben. Ende 2015 hatte man mit dem Verkauf begonnen und bis Ende 2016 über 200 Maschinen abgesetzt. Die Produktion läuft im neuen Werk im vollen Mix mit allen übrigen Baureihen über ein Band.

Same Deutz Fahr präsentierte bei einem Feldtag in Dresden die neuen Serien 6 und 7 mit Stufe 4-Motoren von Deutz. Beide Baureihen haben als Option an den Vorderachsen trockene Scheibenbremsen. In der Serie 6 (110/115/124/133/144/148 Nenn-kW ISO) kommt das neue ZF Getriebe Terrapower TPT16/18/20 mit 6 unter Last schaltbaren Stufen erstmals zur Anwendung (bisher 4 LS-Stufen). Details siehe Jahrbuch-Kapitel 3.2. Die 5 Stufen des Gruppenwahlgetriebes werden manuell oder vollautomatisch elektrohydraulisch (RCshift) gewechselt, wobei der mechanische Schalthebel komplett entfällt. Die Stufenlosvarianten TTV sowie alle Modelle der Serie 7 haben ebenfalls Getriebe von ZF (Eccom 1,5 bis 129 kW, darüber S-Matic)[18]. Die Serie 9 TTV hat erstmalig eine elektrisch gehobene Motorhaube.

Case IH und New Holland nutzten die Farm Progress Show in Boone, Iowa, um der Öffentlichkeit einen autonomen Traktor vorzuführen. Mithilfe von Radar, LiDAR (Light Detection And Ranging) und Videokameras an Bord erkennt erstmalig ein Traktor stationäre und bewegliche Hindernisse auf seinem Weg und stoppt automatisch. Der Betreiber kann das Fahrzeug komplett über ein Tablett überwachen und interaktiv in die Fahrzeugfunktionen eingreifen [19,20].

Case IH löst die Baureihe Farmall Upro durch die Modelle Luxxum 100/110/120 (73/79/86 Nenn-kW ISO) ab. Die FTP-Motoren mit DOC und SCR erfüllen Stufe 4. Vorderachsfederung ist optional verfügbar. Der Gruppenwechsel im 4-stufigem LS-Getriebe (ZF) erfolgt mit einem konventionellen Schalthebel oder in der automatisierten Variante (32x32) elektrohydraulisch. [21] Für 2017 ist ein überarbeiteter Farmall C (62,5/70/77/84,5 Nenn-kW ISO) mit erhöhter Hubkraft, Multicontrollerschaltern auf dem mechanischen Schalthebel, 3 ZW-Drehzahlen und 40 km/h bei 2000/min angekündigt [22].

New Holland entwickelt das Projekt des Methangastraktors weiter. Der 6,75 l-Motor wird jetzt allein mit Methangas (CNG) betrieben und hat eine ähnliche Kennlinie wie der Dieselmotor, weshalb keine Anpassungen von Getriebe und Hydraulik erforderlich sind. Die Gastanks haben ein Volumen von 300 l, was 52 kg CNG oder dem Brennwert von ca. 68 l Diesel entspricht [23]. Die neue Serie T6 (85/92/99/107 Nenn-kW nach ISO) erfüllt Abgasstufe 4. Das 4-stufige LS Getriebe Electro Command erhält einen weiteren direkten Gang (17V, 16R), mit dem die Endgeschwindigkeit bei deutlich reduzierter Motordrehzahl erreicht wird, Kriechganggruppe optional, Gruppenwechsel elektrohydraulisch. Die 4- und 6-Zylindermodelle haben den gleichen Radstand. Die Serie T5 (73/79/86 Nenn-kW nach ISO) mit Abgasstufe 4 hat die gleiche Getriebebasis wie T6, jedoch mit einer mechanischen Umschaltung der Hauptgruppe und elektrohydraulischem Wechsel zwischen dem 4. und 5. bzw. 12. und 13. Gang.

Zur Intervitis in Stuttgart sowie der EIMA Bologna 2016 zeigte Claas die neue Schmalspurtraktorenbaureihe Nexos (55/61/67/72/76 Nenn-kW ISO) in der Abgasstufe 3b [24]. Das leistungsstärkste Modell der bei Agritalia gefertigten Baureihe mit FTP-Motoren hat eine Boostfunktion (erstmalig bei Schmalspurtraktoren). Das Topmodell der 5 Getriebevarianten verfügt über eine zweistufige Lastschaltung mit Reversierung (24V/12R).

Die Baureihen Arion 400/500/600 und Axion 800 mit LS-Getrieben erhalten Tempomatfunktionen, Reversierfunktion auf dem Multifunktionshebel und eine aktivierbare automatische Kupplungsbetätigung beim Abbremsen.

Das Modell 6718S von Massey Ferguson erreicht mit einem Vierzylindermotor eine Boostleistung nach ISO von 147kW/200PS. Durch den für diese Leistungsklasse sehr kurzen Radstand von 2,67 ist der Traktor sehr wendig und erreicht bezogen auf die Maximalleistung ein Leistungsgewicht von nur noch 46,5 kg/kW.

Kubota brachte die Baureihen M5001 (71/84 KW-ISO) und MGXIII (77/81/90/96/105) auf den Markt, die die Abgasnorm Stufe 4 mit SCR, DPF, DOC und gekühlter AGR erfüllen. Während die Baureihe M5001 über ein zweistufiges Lastschaltgetriebe verfügt, wird in der Baureihe MGXIII ein 8-stufiges Lastschaltgetriebe mit 3 Gruppen (Kriechgang optional, 4 Gruppen) eingebaut.

Auch die übrigen Hersteller verbesserten ihre Baureihen, wobei asiatische Hersteller mit zum Teil europäischen Hauptkomponenten versuchen, in Westeuropa Fuß zu fassen, wie z. B. der Chinesische Konzern Lovol mit der Marke Arbos .

Besondere Bauarten

Zunehmend werden LKW's in der Landwirtschaft verwendet, teilweise sogar mit Kraftheber und voll belastbarem Zapfwellenantrieb, z.B. von Paul Nutzfahrzeugen auf MB-Basis [25].

Der neue JCB Fastrac 8330 (250kW ISO) mit dem Getriebe ML 260 von AGCO ist mit 70 km/h autobahntauglich. Die Lenkung mit Doppelorbitrol benötigt aufgrund der neuen Europäischen Homologationsvorschriften keine mechanische Verbindung mehr zwischen Rädern und Lenkrad [26]. Bemerkenswert ist ferner, dass man auf Allradlenkung verzichtet und die hinteren Treibräder größer gestaltet hat als die vorderen.

Lindner bietet den Unitrac 112 LDrive (78 kW ISO) mit einen eigenen leistungsverzweigten Stufenlosgetriebe an, das auf Komponenten von ZF basiert. [27].

In einem Vergleich unterschiedlicher Fahrwerke von Großtraktoren ermittelte man Triebkraftbeiwerte des Gesamtfahrzeugs, Zugleistungen und Gesamtwirkungsgrade [28]. Die Radtraktoren erreichten bei Triebkraftbeiwerten um 0,6 auf Basis der Motorleistungs-Werksangaben Gesamtwirkungsgrade bis 66 %, Voll-Bandlaufwerke in beidem etwas darüber [28].

Zur historischen und neueren Entwicklung des UNIMOG erschien anlässlich seiner 70-jährigen Geschichte mit [29] eine weitere Darstellung, deren Wert vor allem darin besteht, dass die beiden Verfasser an der Entwicklung bedeutend mitgewirkt haben.

Traktor und Gerät

Die Zusammenarbeit von Traktor und Gerät wird durch die Kommunikation über den ISOBUS weiter verbessert [30]. Dessen Kapazität hat inzwischen keine großen Reserven mehr, es gibt erste Überlegungen zu einer neuen Generation eines "High-Speed" ISOBUS [31]. Auch diskutiert wird die Alternative "Funkübertragungen" - sie würde jedoch den Sicherheitsaufwand erheblich erhöhen.

Auffallend ist eine starke Zunahme von Scheinwerfern und der Anbau elektronischer Kameras zur Überwachung nicht einsehbarer Bereiche, insbesondere bei großen Traktoren.

Zusammenfassung

Die Umsätze deutscher Traktorenhersteller (ohne Claas) gingen nur noch leicht zurück auf 3,43 Mrd. € (2015) und 3,32 Mrd. € (2016). Die Inlandszulassungen brachen 2016 nochmals stark ein um 10,8 % auf 28.746. Ausnahmegenehmigungen und Sonderregelungen gaben den Herstellern zeitlichen Spielraum bei der Umsetzung der aktuellen EU-Abgasstufen. Kompakte Traktoren hoher Leistungsdichte und mit hohen Hydraulikleistungen gewinnen im Leistungsbereich um 150 kW an Bedeutung. Im unteren Leistungssegment dominiert die Blockbauweise, teilweise mit geschickt integrierten Verstärkungen für den direkten Anbau von Frontladern und Frontkrafthebern. Bei Traktorenfamilien um 75 bis 110 kW zielen die großen Hersteller durch eine weltweit sehr große Variantenvielfalt auf hohe Stückzahlen. So kündigte z.B.-John Deere für seine 5R-Baureihe Getriebeoptionen mit bis zu 8 unter Last schaltbaren Stufen an. Der ISOBUS (ISO 11783) für die Traktor-Geräte-Kommunikation (TIM) findet weitere Verbreitung, gelangt aber bezüglich Übertragungskapazität an Grenzen.

Literatur

- [1] Statistische Unterlagen des VDMA Fachverband Landtechnik, Frankfurt/M: VDMA, Febr. 2015.
- [2] Notiz in top agrar 45 (2017) H. 2, S. 86.
- [3] Bensing, T.: Schlepperzulassungen in Europa: Weniger Schlepper. Profi 28 (2016) H. 8, S. 74-76.
- [4] Renius, K.Th.: Agricultural Mechanization and the Role of Tractors. In: Bodria, L und M. Fiala (Hrsg): The 25 Years of the Club of Bologna, S. 26-49. Rome: FEDERUNACOMA 2016.
- [5] Singh, G. und B. Zhao: Agricultural Mechanization Situation in Asia and the Pacific Region. AMA 47 (2016) H. 2 (Special Issue), S. 15-25.
- [6] Yuanen, G.: The Current Situation and Future of Agricultural Machinery Industry in China. AMA 47 (2016) H. 2 (Special Issue), S. 109-114.
- [7] Singh, S.: Agricultural Machinery Industry in India. AMA 47 (2016) H. 2 (Special Issue), S. 26-35.
- [8] Farm Machinery Yearbook, 2016 Edition. Tokyo: Farm Machinery Industrial Research Corporation in co-operation with Shin-Norinsha Co. Ltd. 2016.
- [9] Huiden, F.: In Indien eine große Nummer. Profi 28 (2016) H. 9, S. 30,31
- [10] Giftgrüne aus Fernost. Profi 28 (2016) H. 1, S. 116
- [11] URL www.fendt.com/grip - Zugriff am: 26.01.2017.
- [12] Wilmer, H.: Umfrage Großtraktoren: Auf Raupen in die Zukunft?. Profi 28 (2016) H. 8, S. 78-79.
- [13] Wilmer, H.: So unterschiedlich ist der Wirkungsgrad. Profi 28 (2016) H. 6, S. 78-79.
- [14] <https://en.simaonline.com/content/location/242304> Zugriff am: 26.01.17
- [15] Kegel, V. u. N. Tarasinski: Batterieelektrischer Traktor. In: VDI-Berichte Nr. 2273, S. 55 – 60. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.

- [16] Wilmer, H.: Der bessere Vario? Profi 29 (2017) H. 1, S. 30 - 33
- [17] N.N.: Eine neue Lüftertechnologie - viele Vorteile. Mobile Maschinen 9 (2016) H. 6, S. 24-25
- [18] Schranz, K.: Zurück in die Zukunft. Traction 3 (2016) H. 5, S. 22 - 30
- [19] Autonome CNH-Traktoren unterwegs. Profi 28 (2016) H. 10, S. 10
- [20] Fehlt da nicht etwas? Mobile Maschinen 9 (2016) H. 6, S. 18-19.
- [21] Luxxum steht für signifikante Neuerungen. Eilbote 64 (2016) H. 31, S. 18/19
- [22] Farmall mit mehr Optionen. Eilbote 64 (2016) H. 46, S. 19
- [23] Haarnagel, H.-H.: Neuer Methangastraktor im Praxistest. Eilbote 64 (2016) H. 46, S. 21
- [24] Jetzt mit 5 Getriebevarianten. Eilbote 64 (2016) H. 46, S. 18
- [25] Rudolph, W.: Jetzt mit Heckzapfwelle und Dreipunkt. Eilbote 63 (2015) H.50, S.10-14
- [26] Bensing, T.obias: Fast und furios. Profi 28 (2016) H.11, S. 30-32
- [27] Erster stufenloser Unitrac. Profi 28 (2016) H. 11, S. 115
- [28] Wilmer, H.: 6 Ackergiganten im Vergleich. Profi 28 (2016) H. 12, S. 12-14 u. 16-21
- [29] Schmeing, W. und H.-J. Wischhof: Unimog - Geniales Konzept begründet den Welt-
ruhm. Die wirkliche Geschichte in 70 Jahren. Gernsbach: Verlag Hans-Jürgen Wisch-
hof 2016.
- [30] Auernhammer, H.: Precision Farming. Technik in Bayern 21 (2017) H. 1, S.18
- [31] Kraatz, F., F. Nordemann und R. Tönjes: Herausforderungen und Potenziale bei der
Weiterentwicklung des etablierten ISOBUS zu einem High-Speed ISOBUS. Tagung
LAND.technik Köln 22. und 23.11.2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 205-211. Düssel-
dorf: VDI-Verlag 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Knechtges, Hermann; Renius, Karl Theodor: Gesamtentwicklung Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64169>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/302.html>

Motoren und Getriebe bei Traktoren

Marcus Geimer, Teilinstitut Mobile Arbeitsmaschinen, Karlsruher Institut für Technologie
Karl Theodor Renius, Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik, Technische Universität München
Roger Stirnimann, Berner Fachhochschule, Bern

Kurzfassung

Zugleistungsversuche der DLG beweisen erneut die hohe Energieeffizienz stufenloser Traktorgetriebe. Neue Ansätze (Studien) gelten der stufenlosen Regelung von Allradantrieben. Die Emissionsverordnung EU Stufe V (Tafel) reglementiert erstmalig alle Leistungsklassen der Verbrennungsmotoren. Aufgrund der jetzt limitierten Partikelanzahl wird im Leistungsbe-
reich zwischen 19 und 560 kW der allgemeine Einsatz von Dieselpartikelfiltern erwartet. Traktor-Dieselmotoren nähern sich insgesamt technisch denen großer Lkw-Motoren an, auch bezüglich der effektiven Mitteldrücke. ZF hat ein neues Stufengetriebe mit 6-fach-Lastschaltung eingeführt (Getriebeplan) und seine stufenlosen Baureihen weiterentwickelt. Das CVT von ARGO, Konzept VDS, hat Serienstand erreicht (Getriebeplan). John Deere präsentierte einen batteriegetriebenen 140 kW-Traktor als Studie.

Schlüsselwörter

Dieselmotor, Emissionen, Effizienz, Lastschaltung, CVT, elektrische Fährantriebe

Tractor Engines and Transmission

Marcus Geimer, Mobile Machines, Karlsruhe Institute of Technology
Karl Theodor Renius, Chair of Automotive Technology, Technical University of Munich
Roger Stirnimann, Bern University of Applied Sciences, Bern

Abstract

DLG's performance tests demonstrate again the outstanding efficiency of tractor CVT's. New approaches (study phase) are addressing continuously working 4WD control systems. For the first time, the Emission Regulation EU Stage V includes all performance classes of internal combustion engines. Due to the now limited number of particles in the power range between 19 and 560 kW, a general use of diesel particulate filters is expected. Technologies of tractor Diesel engines are more and more identical with those of large truck engines, also regarding mean effective pressures. ZF has introduced a new stepped transmission with 6 power shifted speeds (transmission map), also improved its CVT portfolio. The CVT of ARGO (design base VDS) is ready for series production (transmission map). John Deere presented a battery driven 140 kW tractor as a study.

Keywords

Tractor, Diesel engine, emissions, transmission, power shift, CVT, electric drives

Übersichten Antriebsstrang und Zapfwelle

Im Auftrag der Zeitschrift *profi* machte das DLG Testzentrum in Groß Umstadt Vergleichsversuche mit stufenlos angetriebenen Traktoren von 6 Herstellern [1]. Die auf Beton ab 6 km/h ermittelten Zugleistungen wurden auf gemessene Zapfwellenleistungen bezogen, ein Fendt 720 Vario und ein New Holland T7.230 AC erreichten durchschnittlich 85% sowie sehr günstige spezifische Kraftstoffverbräuche (ab 265g je kWh Zugleistung).

Das dynamische Verhalten von Antriebssträngen wurde unter besonderer Berücksichtigung sehr harter Zapfwelleneinsätze an einem Claas Xerion untersucht [2].

Bei Standardtraktoren ist die Frontachsdrehzahl bei eingeschaltetem Allradantrieb mit der Drehzahl der Hinterachse fest gekoppelt. Der hydrostatische Frontantrieb von John Deere bot seinerzeit (ab 1969) entkoppelte Drehzahlen, wurde aber aus anderen Gründen verlassen. 1986 hatte Kubota eine einstufige Overdrive-Lösung für enge Kurven vorgestellt [3], die in Japan populär wurde, **Bild 1a**. Grad [4] und Brenninger [5] hatten eine stufenlose Verstellung der Drehzahlrelation mit Hilfe eines kleinen mechanisch-hydrostatischen Überlagerungsgetriebes entwickelt, **Bild 1b**. Die hydrostatischen Einspeiseleistungen waren klein, das Praxisverhalten an einem Fendt Traktor sehr gut. In [6] wurde erneut ein Planeten-Überlagerungsgetriebe vorgeschlagen - jetzt als mechanisch-elektrische Lösung, **Bild 1c**. Bei Gradeausfahrt unter hoher Zuglast kann das Sonnenritzel durch eine Kupplung vorteilhaft festgelegt werden, der E-Motor steht still und benötigt keine Leistung.

2015 führte Fendt mit der Baureihe 1000 einen stufenlos geregelten Allradantrieb ein [7].

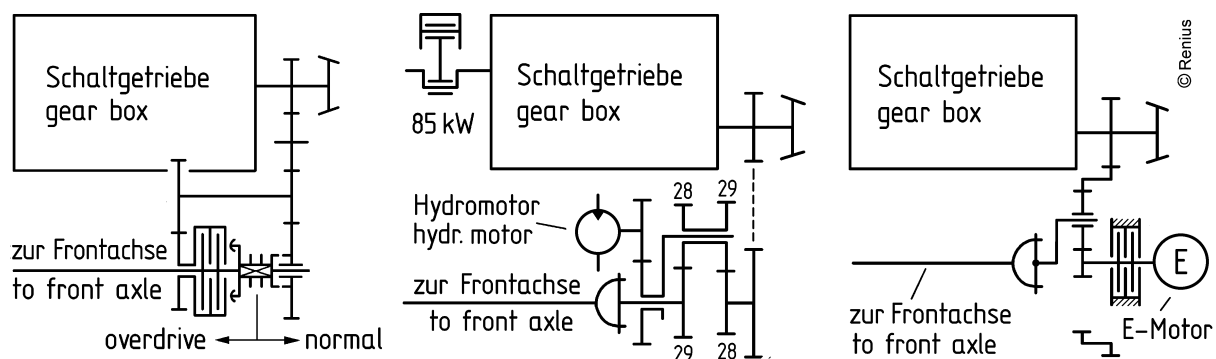


Bild 1a (links): Einstufiger Frontachse-Overdrive für enge Kurven bei Feldarbeiten, Kubota 1986 [3].

Figure 1a (left): One step front axle overdrive for sharp turns off-road, Kubota 1986 [3].

Bild 1b (Mitte): Stufenlos geregelter Frontantrieb der TU München nach Grad [4] und Brenninger [5].

Figure 1b (mid): Infinitely controlled front drive of TU Munich after Grad [4] and Brenninger [5].

Bild 1c (rechts): Stufenlos geregelter Frontantrieb, Vorschlag John Deere 2016, nach [6] gezeichnet.

Figure 1c (right): Infinitely controlled front drive, proposed by John Deere, drawing after [6].

Im Forschungsprojekt "Line Traction" wird ein Überlagerungsgetriebe ohne Differentiale untersucht, **Bild 2**. Hierzu befindet sich vor jedem Rad ein Planetengetriebe, dessen Hohlrad sich auf einer hydrostatischen Einheit abstützt. Durch die kontrollierte Verdrehung der Hohlräder können die Raddrehzahlen oder Drehmomente gesteuert werden. Damit können beliebige Längs- und Querverteilungen der Drehmomente realisiert werden [8].

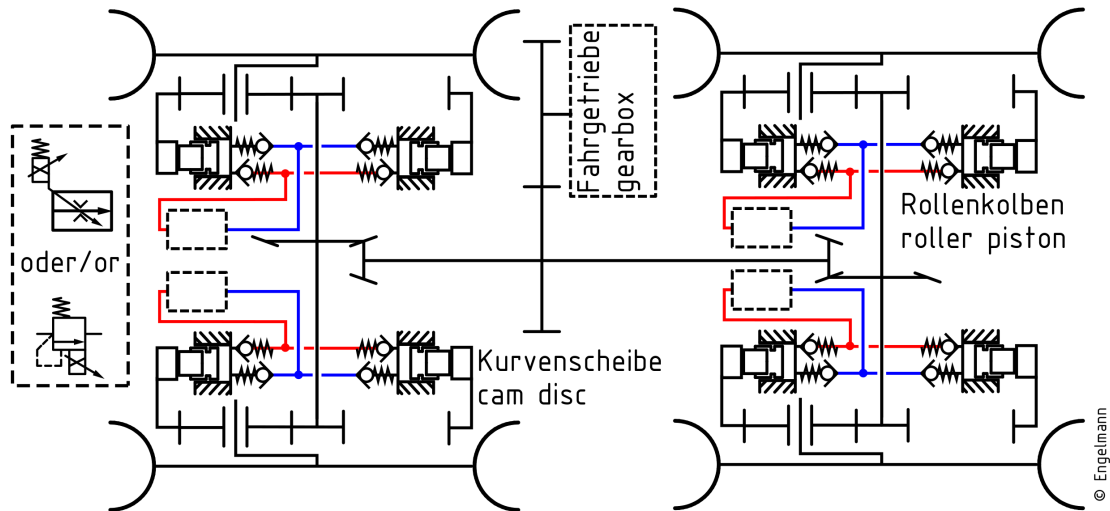


Bild 2: "Line Traction" Antriebsstrang ohne Differenzialgetriebe.

Figure 2: "Line Traction" drive train without differentials.

Dieselmotoren

Die Verordnung (EU) 2016/1628 zur Reglementierung der Emissionen von Verbrennungsmotoren (EU Stufe V) wurde am 16. September 2016 im EU Amtsblatt veröffentlicht und ist 20 Tage später in Kraft getreten [9]. Eine Veröffentlichung der Test- und Prüfbedingungen zur Erlangung einer Typgenehmigung wird im 2. Quartal 2017 erwartet [10].

Eine Typgenehmigung ist ab 2018/2019 für alle Motoren erforderlich, damit auch erstmalig unter 19 und über 560 kW Leistung. CO, HC und NO_x-Grenzwerte der Leistungsklassen 37 bis 560 kW werden wenig verändert, aber erstmalig wird für Motoren von 19 bis 560 kW die Partikelanzahl reglementiert, **Tafel 1**. Die Hersteller stellen sich bereits darauf ein [11; 12].

Tafel 1: Emissionsvergleich EU: aktuelle Grenzwerte und Werte der zukünftigen Stufe V.

Table 1: Development of emission limits EU: actual values and values of future stage V.

Leistung [kW]	Letzte gültige Stufe					Stufe V				
	Stufe	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	CO [g/kWh]	HC [g/kWh]	NO _x [g/kWh]	PM [g/kWh]	PN [1/kWh]
0 < P < 8	-	-	-	-	-	8,0	7,5	0,4	-	-
8 ≤ P < 19	-	-	-	-	-	6,0	7,5	0,4	-	-
19 ≤ P < 37	IIIA	5,5	7,5	0,6	5,0	5,0	4,7	0,015	1x10 ¹²	
37 ≤ P < 56	IIIB	5,0	4,7	0,03	5,0	5,0	4,7	0,015	1x10 ¹²	
56 ≤ P < 130	IV	5,0	0,19	0,4	0,025	5,0	0,19	0,4	0,015	1x10 ¹²
75 ≤ P < 130	IV	5,0	0,19	0,4	0,025	5,0	0,19	0,4	0,015	1x10 ¹²
130 ≤ P < 560	IV	3,5	0,19	0,4	0,025	3,5	0,19	0,4	0,015	1x10 ¹²
>560	-	-	-	-	-	3,5	0,19	3,5	0,045	-

Eine direkte Gegenüberstellung von PKW, NFZ und mobilen Arbeitsmaschinen mit den jeweils gültigen EU-Emissionsrichtlinien ist aufgrund unterschiedlicher Bezugsgrößen nicht

unmittelbar möglich, **Tafel 2.** [13] zeigt Ansätze für eine Umrechnung. PKWs können danach bestenfalls so gut wie mobile Arbeitsmaschinen sein.

Tafel 2: Vergleich von Emissionsrichtlinien für drei wichtige Fahrzeuggattungen.

Table 2: Comparison of emission directives for three important vehicle groups.

		EU Light Duty PKW + leichte NFZ					EU Heavy Duty Schwere NFZ					EU-Nonroad Mobile Arbeitsmaschinen				
Gesetz	Norm	Euro 6					Euro VI					Euro Stufe V				
	EG-Fzg.-Klasse	M ₁ ,M ₂ ,N ₁ ,N ₂					M ₁ ,M ₂ ,N ₁ ,N ₂ / alle M ₃ ,N ₃					T,C,(R),(S)				
	Bemerkung	max.2610 / 2840 kg (Bezugsmasse)					ab 2610 / 2840 kg (Bezugsmasse)					Alle weiteren mobilen Maschinen und Geräte nach 97/68/EG				
Grenzwerte	Leistung [kW]	CO	HC+NO _x	PM	PN	CO	HC	NOx	PM	PN	CO	HC	NOx	PM	PN	
	19..56	0,5	0,17	0,01	6x10 ¹¹	1,5	0,13	0,4	0,01	8,0 × 10 ¹¹	5,0	4,7	0,015	1,0 × 10 ¹²		
	56..130	0,5	0,17	0,01	6x10 ¹¹	1,5	0,13	0,4	0,01	8,0 × 10 ¹¹	5,0	0,2	0,4	0,015	1,0 × 10 ¹²	
	130..560	0,5	0,17	0,01	6x10 ¹¹	1,5	0,13	0,4	0,01	8,0 × 10 ¹¹	3,5	0,2	0,4	0,015	1,0 × 10 ¹²	
	Einheit	g/km			1/km	g/kWh			1/kWh	g/kWh			1/kWh			
	Bemessung	Strecke				abgegebene Arbeit										

Könnte für frühere Abgasstufen eine Auslegung für die Emissionsrichtlinien durch eine sogenannte "heiße" oder "kalte" Verbrennung mit Inkaufnahme bzw. schwerpunktmäßiger Nachbehandlung von Partikel oder NO_x erfolgen [12;14], müssen in der aktuellen Stufe V alle Emissionen gleichermaßen in der Abgasnachbehandlung berücksichtigt werden [12].

Tafel 3: Motor- und Abgastechnologien bei Topmodellen aus ausgewählten Traktorbaureihen (Abgasstufe IV, Leistungsklassen 75 ≤ P < 130 und 130 ≤ P < 560 kW).

Table 3: Engine and emission technologies of top models out of selected tractor series (Stage IV, power classes 75 ≤ P < 130 und 130 ≤ P < 560 kW).

Marke /Modell	Motor-fabrikat	Anz. Zyl./ Hubraum [l]	Nenn-leistung [kW] ¹⁾	Max. Ein-spritzdruck [bar]	Turbolader- Technik	AGR	DOC	DPF	SCR
Fendt Vario 313	Agco	4 / 4.4	97	1'800	Wastegate	x	x		x
Fendt Vario 516	Deutz	4 / 4.0	120	1'600	Wastegate	x	x	x	x
Fendt Vario 828	Deutz	6 / 6.1	211	2'000	2-stufig	x	x	x	x
Fendt Vario 939	Deutz	6 / 7.8	291	2'000	2-stufig	x	x	x	x
Fendt Vario 1050	MAN	6 / 12.4	380	1'800	VTG	x			x
J. Deere 6135R	DPS	4 / 4.5	99	2'000	2-st. / VTG	x	x	x	x
J. Deere 6250R	DPS	6 / 6.8	184	2'500	2-st. / VTG	x	x	x	x
J. Deere 8400R	DPS	6 / 9.0	294	2'500	2-st. / VTG	x	x	x	x
New Holl. T5.120	FPT	4 / 3.4	86	1'800	Wastegate	x	x		x
New Holl. T6.175	FPT	4 / 4.5	107	1'600	Wastegate		x		x
New Holl. T7.315	FPT	6 / 6.7	221	1'600	VTG		x		x
New Holl. T8.435	FPT	6 / 8.7	279	2'000	VTG		x		x
Valtra N124	Agco	4 / 4.4	92 ²⁾	2'000	Wastegate		x		x
Valtra N174	Agco	4 / 4.9	121 ²⁾	2'000	Wastegate		x		x
Valtra T154	Agco	6 / 6.6	121 ²⁾	2'000	Wastegate		x		x
Valtra T234	Agco	6 / 7.4	173 ²⁾	2'000	Wastegate		x		x
Valtra S374	Agco	6 / 8.4	272 ²⁾	2'000	2-stufig	x	x		x

¹⁾ Nennleistung brutto, ohne Boost, wenn nicht anderes vermerkt ²⁾ Maximalleistung brutto, ohne Boost

Tafel 3 zeigt die Motor- und Abgastechnologien ausgewählter Topmodelle aus Traktorbaureihen ab 75 kW mit Abgasstufe-4-Motoren in unterschiedlichen Hubraumklassen. Common-Rail-Einspritzung, Vierventiltechnik, Turbolader, Ladeluftkühlung und elektronische Motorsteuerung sind Standard. Bei der Turboaufladung gelten Lader mit Wastegate-Ventil als Basisvariante, zunehmend kommen Systeme mit variabler Turbinengeometrie (VTG) oder zwei seriell geschalteten Ladern zur Anwendung. John Deere setzt bei einigen Motormodellen mit vier und sechs Zylindern (4,5 bis 13,5 l Hubraum) sogar auf eine Kombination von VTG und Serienaufladung. Generell lässt sich beobachten, dass die aufwändigeren Varianten in Kombination mit Abgasrückführung verwendet werden. Bei höherem Ladedruck muss teilweise zur Vermeidung von kritischen Verbrennungsdrücken das geometrische Verdichtungsverhältnis verringert werden [15]. Auch ein Trend zu reduzierten Nenndrehzahlen ist feststellbar, beim Großtraktor Fendt Vario 1000 liegt diese sogar bei tiefen 1.700 min^{-1} . Durch das Herabsetzen der Drehzahl lassen sich in Verbindung mit Downsizing, Verkleinerung des Hubraums und höherer Aufladung der Verbrauch und die Emissionen wesentlich verbessern [14]. Weitere Stellschrauben sind hier bedarfsabhängige Steuerungen von Hilfsaggregaten bis zu Schmierölpumpen [16]. Es fällt auf, dass die Abgastechnologien SCR- und Dieseloxydationskatalysator (DOC) bei Abgasstufe-IV-Aggregaten immer vorhanden sind (Ausnahme Fendt Vario 1000). Unterschiede gibt es hingegen bei der Verwendung der Abgasrückführung (AGR) und Dieselpartikelfilter (DPF). Mit der Abgasstufe V dürfte es nur noch Unterschiede bezüglich Abgasrückführung (AGR) geben. Damit werden die zukünftigen Motor- und Abgastechnologien bei Traktoren ähnlich aussehen wie diejenigen, die schon heute bei schweren EURO-6-Lastwagen eingesetzt werden [12].

Für die Stufe V sieht Liebherr ein SCR-on-Filter-System mit klassischem DOC- und SCR-Katalysator sowie einem SCR-beschichteten Partikelfilter vor, was dank größerer SCR-Oberfläche höhere NO_x -Konversionsraten ermöglicht [17; 18].

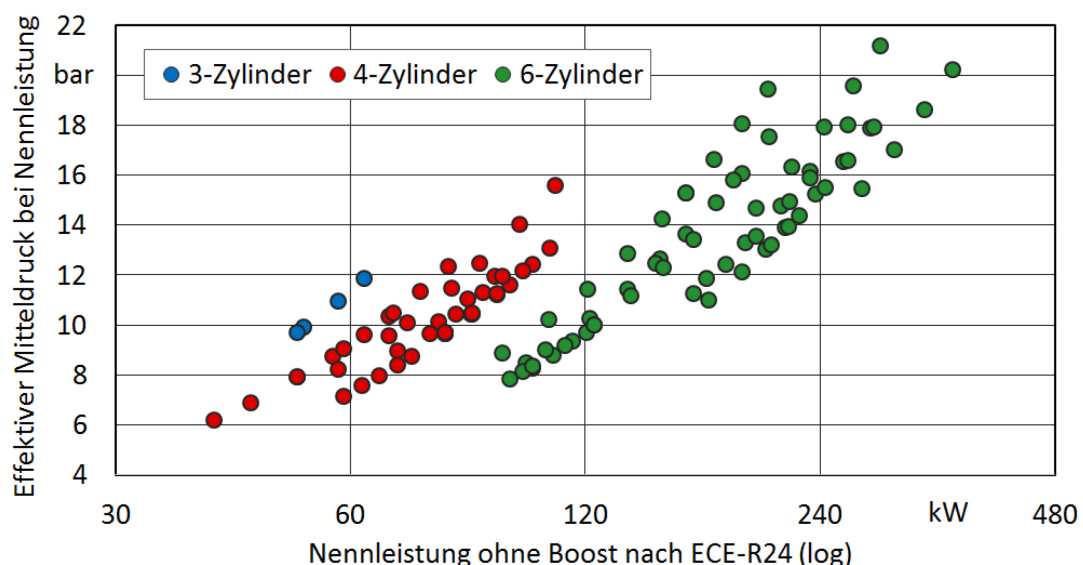


Bild 3: Effektive Mitteldrücke bei Nennleistung für Dieselmotoren in aktuellen Traktorbaureihen der Hersteller Claas, Fendt, John Deere, New Holland und Valtra (Abgasstufen IIIB und IV).

Figure 3: Mean effective pressures at rated power for diesel engines used in current tractor models of Claas, Fendt, John Deere, New Holland and Valtra (stages IIIB and IV).

Die Weiterentwicklung der Aufladungstechniken hat zu einem Anstieg der effektiven Mittel- drücke geführt. In [19] wurde der Stand von 1994 für die Motoren der damals führenden An- bieter Case IH, Deutz, Fendt und John Deere in einer Übersichtsgrafik dargestellt. Die dama- ligen Mitteldrücke bei Nennleistung haben sich inzwischen nach [20] erhöht, **Bild 3**.

Berücksichtigt wurden aktuelle Traktorbaureihen der Hersteller Claas, Fendt, John Deere, New Holland und Valtra, d.h. Motoren von Agco Power, Deutz, DPS, FPT und MAN (Abgas- stufen IIIB und IV). Das Gesamtbild der mittlerweile ausschließlich aufgeladenen Motoren ist ähnlich wie 1994, aber auf wesentlich höherem Niveau. Bei den 4-Zylinderaggregaten rei- chen die Werte bis 15,5 bar und bei den 6-Zylindern bis 21 bar. Im Betriebspunkt des maxi- malen Drehmomentes betragen sie sogar um 21 bar (4 Zyl.) bzw. um 25 bar (6 Zyl.). Damit sind sie vergleichbar mit denjenigen von schweren Lastwagen mit EURO-6-Motoren.

Gestufte Fahrtriebe

Die Firma ZF hat die Getriebefamilie T 7200 (mit 4-fach Lastschaltung und Vollreversierung) zu zwei Versionen TPT 16 und TPT 20 mit nun sechs unter Last schaltbaren Stufen und noch etwas engerer Stufung (Sprünge 1,18 statt vorher 1,20) weiterentwickelt, **Bild 4**.

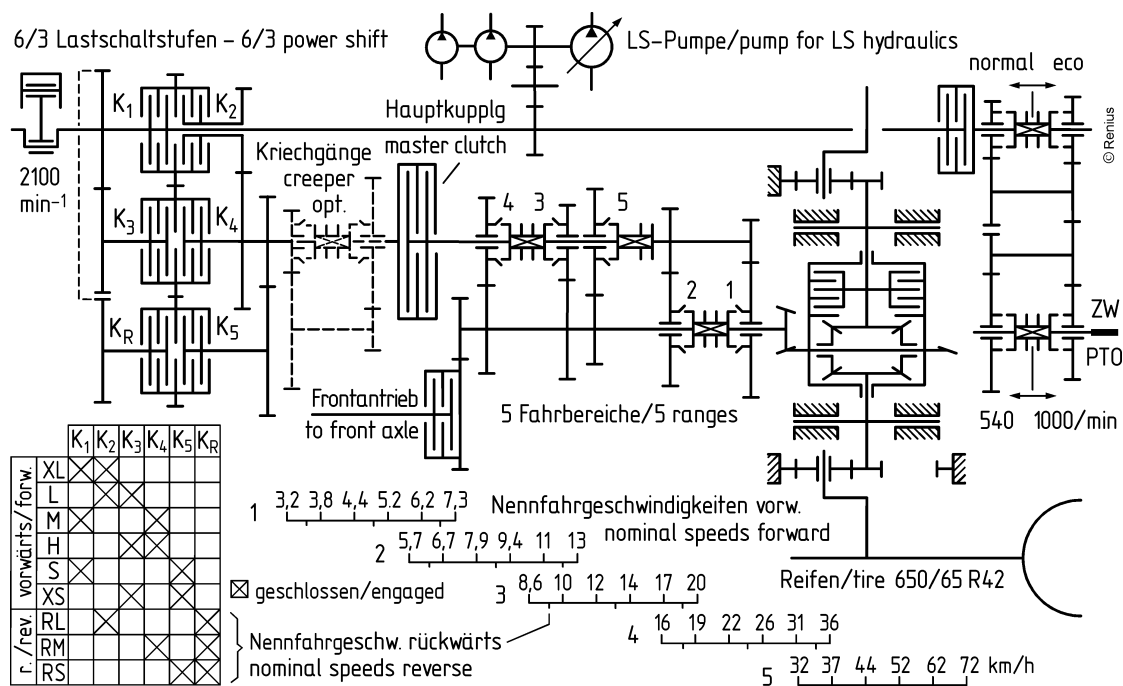


Bild 4: Neue ZF Getriebefamilie TPT 16/20 als Folgegeneration des T 7200, max. ca. 150 kW Ein- gangsleistung, 6/3 Lastschaltstufen vorw./rückw. und 4 oder 5 Fahrbereiche (Fahrbereich 5 mit redu- zierten Motordrehzahlen bei 40/50/60 km/h). Datenquelle: ZF.

Figure 4: New ZF transmission family TPT 16/20 (2016), starting a new generation after the T 7200, max. 150 kW net input power, 6/3 power shifted speeds forw./rev. and 4 or 5 ranges (range 5 with overdrives for 40/50/60 top speeds). Data courtesy ZF.

Dieses gelang ohne eine Erhöhung der Anzahl der Lamellenkupplungen wenngleich mit jetzt 3 (statt bisher 4) unter Last schaltbaren Rückwärtsgängen. Wegen der vergrößerten Anzahl lastschaltbarer Stufen kommt man nun anstatt mit 6, mit 4 oder 5 Fahrbereichen aus - letzterer für Höchstgeschwindigkeiten von 40, 50 oder 60 km/h, die man alle drei bei verminderten Motornendrehzahlen (1450, 1700 und 2000 U/min) anbieten kann.

Bei geringeren Höchstgeschwindigkeiten kann die Gruppe 5 zu Minderkosten weggelassen werden. Die Kriechgänge sind in der Transportgruppe gesperrt, ihre Benutzung ist auf Zapfwellenarbeiten beschränkt, schwere Zugarbeiten sind ausgeschlossen. Die Netto-Grenzleistung (am Getriebeeingang) beträgt für das TPT 20 etwa 150 kW (200 PS). Erster Kunde war Deutz-Fahr mit seiner Baureihe 6 in 2016.

Auf der EIMA 2016 stellte John Deere die Baureihe 5R mit einem neuen 8-fach-Lastschaltgetriebe vor (Command8). Im Gegensatz zum «DirectDrive» für die Sechszylinder-Modelle der Baureihe 6R arbeitet es nicht nach dem Doppelkupplungsprinzip, sondern stellt eine Weiterentwicklung des PR-Plus-Getriebes dar (Baureihe 5M). Aus den vier synchronisierten Fahrbereichen und den 4x2-Lastschaltstufen ergeben sich ebenfalls 32 Vorwärts- und 16 Rückwärtsgänge. Das von John Deere ansonsten bevorzugte Reversier-Planetengetriebe mit integrierter Hauptkupplung wird hier nicht benutzt. Interessant bei den neuen 5R-Traktoren ist auch die Integration der Motorölwanne mit dem Frontachsbock zu einem einzigen Bauteil, womit die zuweilen schwierige Verschraubung beider Gussteile kostengünstig vermieden wird. Das bedeutet Blockbauweise, ermöglicht aber große Radeinschläge und kleine Wenderadien.

Hydrostatisch-stufenlose Fahrtriebe

Von CNH gab es 2016 Informationen zu den CCM-Stufenlosgetrieben, die in den 2015 vorgestellten kompakten Großtraktoren-Baureihen New Holland T7 HD, Case IH OPTUM und Steyr TERRUS eingebaut werden. Die Grundstruktur mit 4V/2R-Fahrbereichen und deren Schaltung über eine Doppelkupplung ist grundsätzlich gleich wie bei den darunterliegenden Baureihen (Large-Wheel-Base-Modelle NH T7 / Case IH Puma CVX / Steyr CVT), die Getriebe wurden aber für die höheren Motorleistungen ausgelegt. In den Hinterachsen kommen neu Stufenplanetenendantriebe mit größeren Übersetzungsverhältnissen zur Anwendung. Interessant ist auch die verstellbare Tandem-Flügelzellenpumpe für die Getriebeschmierung und -kühlung, dank welcher Leistungsverluste minimiert werden sollen.

In den neuen Baureihen 6 TTV und 7 TTV von Deutz-Fahr kommen weiterhin stufenlose leistungsverzweigte ZF-Getriebe der Bauart Eccom und S-Matic zum Einsatz (Eccom 1.5/1.5HD, S-Matic 180+, S-Matic 240/240 HD). Ein neuer Getriebetyp ZF-Eccom 2.9 für die neuen John Deere Top-Modelle 6230R und 6250R wurde gegenüber dem Eccom 2.4 (6215R) verstärkt (Bosch-Rexroth Schrägscheibe-/Schrägachseeinheit 45/56 ccm).

Im unteren Leistungsbereich nimmt die Anwendungsvielfalt von ZF-Getrieben ebenfalls zu. Lindner setzt nun auch beim Transporter Unitrac 112 LDrive auf stufenlose Getriebetechnik von ZF. Im Gegensatz zum Traktor LINTRAC 90 bezieht man hier nicht die komplette Einheit

TMT09, sondern nur deren innere Bauteile. Das Getriebe soll in Kooperation mit ZF in Österreich gebaut werden (Serienstart geplant Mitte 2017).

Das bereits im Jahrbuch 2014 erwähnte Stufenlosgetriebe VT-Drive von ARGO für die Baureihen McCormick X6 und Landini 6C hat Serienreife erreicht und soll 2017 in Produktion gehen, **Bild 5**. Das Konzept mit drei Fahrbereichen vorwärts und zwei rückwärts wurde in Zusammenarbeit mit der österreichischen Firma VDS entwickelt. Fahrbereich 1 (V/R) arbeitet rein hydrostatisch über eine 45/45ccm-Schrägscheibeneinheit von Bosch-Rexroth.

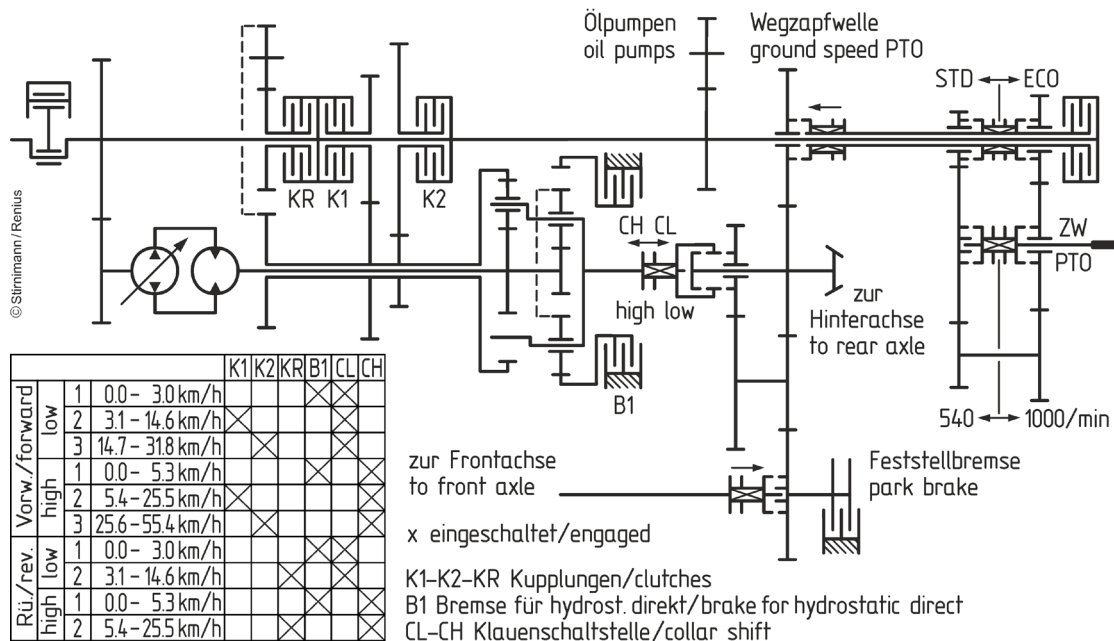


Bild 5: Neues Stufenlosgetriebe von ARGO für die Baureihen McCormick X6 / Landini 6 (89-103 kW) mit drei Vorwärts- und zwei Rückwärts-Fahrbereichen sowie zusätzlicher Hi-Lo-Gruppenschaltung.
Figure 5: New CVT transmission from ARGO for McCormick X6 and Landini 6C series (89-103 kW) with three ranges forward and two reverse in combination with a Hi-Lo collar shift.

Daran schließt ein zweiter, leistungsverzweigter Fahrbereich an, Umschaltung automatisch im Synchronpunkt. Auch der dritte Fahrbereich arbeitet leistungsverzweigt (Lastübergabe von K1 auf K2 bei gleichzeitigem Zurückschwenken der Hydropumpe). Die Summierung findet jeweils im linken Planetengetriebeteil statt (primäre Kopplung). Für hohe Zugkräfte und Effizienz im unteren Geschwindigkeitsbereich wurde eine klauengeschaltete Hi-Lo-Gruppe nachgeordnet. Teile davon werden auch für die optionale Wegzapfwelle und den Allradantrieb genutzt. Dank der direkten hydrostatischen Leistungsübertragung in Fahrbereich 1 ist der Fahrtrichtungswechsel über die Hydropumpe hier sehr einfach steuerbar.

Stufenlose sonstige und hybride Systeme

Gedanken und Potenziale zur Elektrifizierung von Traktoren, Geräten und Baumaschinen wurden mit [21] vorgelegt. Elektrisch-mechanisch leistungsverzweigte Getriebe (siehe Toyota Prius) wurden für Traktoren bisher nicht bekannt. In einer Studie [22] wurde aber gezeigt,

dass man bei solchen Konzepten elektrische Leistung für Geräte abzweigen könnte [23] mit Wirkungsgradvorteilen gegenüber der hydrostatischen Leistungsübertragung [24].

Ein batteriegetriebener Traktor wurde von John Deere als einsatzfähige Studie vorgestellt [25]. Die große Lithium-Ionen Batterie (ca. 1 t Masse und 673 V Nennspannung, 182 Zellen) hat eine Nenn-Kapazität von 130 kWh. Ein 140 kW-Elektromotor treibt das herkömmliche Fahrgetriebe, ein zweites die Zapfwelle, die Hydraulikpumpe und die Nebenaggregate. Batterieverhalten, Energieverbräuche (Straßenfahrt, Bodenbearbeitung) wurden gemessen und modellgestützt analysiert. "Reichweite" und Batteriekosten bleiben die Herausforderung.

Entwicklungswerkzeuge und konstruktive Grundlagen

Die Ungleichförmigkeit von Dieselmotoren hat sich infolge höherer Leistungsdichte und leicht abgesenkter Drehzahlen erhöht und verlangt nach wirksamen Torsionsdämpfern zwischen Motor und Getriebe, besonders beim Einsatz von Schrägachse-Großwinkelmaschinen in leistungsverzweigten Getrieben. Verfügbare Dämpferkonzepte und deren Verhalten wurden in [26] von Voith und in [27] von ZF beschrieben.

Zusammenfassung

Zugleistungsversuche der DLG beweisen erneut die hohe Energieeffizienz stufenloser Traktorgetriebe. Die Zugleistungen erreichen bis zu 85 % der Zapfwellenleistungen. Neue Ansätze (Studien) gelten der stufenlosen Regelung von Allradantrieben, auch mechanisch-elektrisch. Die Emissionsverordnung EU Stufe V (Tafel) reglementiert erstmalig alle Leistungsklassen der Verbrennungsmotoren. Aufgrund limitierter Partikelanzahl wird im Leistungsbereich zwischen 19 und 560 kW der allgemeine Einsatz von Dieselpartikelfiltern erwartet. Traktor-Dieselmotoren nähern sich insgesamt technisch große Lkw-Motoren an, auch bezüglich der Mitteldrücke. ZF hat ein neues Stufengetriebe mit 6-fach-Lastschaltung eingeführt (Getriebeplan) und seine stufenlosen Baureihen weiterentwickelt. Das Stufenlosgetriebe von ARGO, Konzept VDS, hat Serienstand erreicht (Getriebeplan). John Deere präsentierte als Studie einen voll elektrischen 140 kW-Traktor mit 130 kWh Batterie.

Literatur

- [1] Wilmer, H.: Stufenlose Getriebe im Vergleich: So unterschiedlich ist der Wirkungsgrad. profi 28 (2016) H. 6, S. 78-79.
- [2] Winkelhahn, P. et al: Antriebsstrangmodellierung am Beispiel eines Systemtraktors. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 99-104. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [3] Fukui, T.: Fahrzeug mit Allradantrieb. Patentschrift DE 3408991A1, Anmeldung 12.03.1984, veröffentlicht 11.10.1984.
- [4] Grad, K.: Zur Steuerung und Regelung des Allradantriebs bei Traktoren. Diss. TUM 1996. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 14, Nr. 82. Düsseldorf: VDI-Verlag 1997.
- [5] Brenninger, M.: Stufenlos geregelter Allradantrieb für Traktoren. Diss. TUM 2002. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 12, Nr. 256. Düsseldorf: VDI-Verlag 2003.

- [6] Woopen, T.: Antriebsstrangkonzzepte zur Realisierung eines adaptiven Vorderradantriebes für Traktoren mittlerer Leistungsklassen. Tagung LAND.TECHNIK Köln 22. und 23.11.2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 391-97. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [7] Geimer, M. K.Th. Renius und R. Stirnimann: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, L. (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2015. Braunschweig: Inst. f. mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge 2016, S. 1-10.
- [8] Engelmann D., Müller W. und Geimer M., Project "Line Traction 3"- Mechanical driveline with active wheel hubs. 16 Internationaler VDI-Kongress Getriebe in Fahrzeugen, Friedrichshafen 21. und 22.06.2016. Tagungsband, S. 731-742.
- [9] (EU) 2016/1628 of the European Parliament and the Council of 14 September 2016 on the requirements to gaseous and particulate pollutant emission limits and type-approval for internal combustion engines for non-road mobile machinery, amending Regulations (EU) No 1024/2012 and (EU) No 167/2013, and amending and repealing Dir. 97/68/EC.
- [10] Emissionsgesetzgebung für Mobile Maschinen: EU Stufe V - Fact Sheet, Internet: https://mus.vdma.org/documents/266753/15008694/1474026802231_VDMA_EU%20Stufe%20V%20Fact%20Sheet_2016-09-16.pdf/53206074-e12d-476a-a28b-d48fa3266a06, Stand 16.09.2016.
- [11] Schwaderlapp, M. et al.: Deutz-Motorenpalette für Stufe V, ATZoffhighway, 9 (2016) H. 1 (März), S. 46-52.
- [12] Adt, H.-U., Faude, A. und Schneider, B.: EU-Stufe-V von MTU für Land- und Baumaschinen, ATZ offhighway, 9 (2016) H. 4 (November), S. 26-29.
- [13] Geimer, M. und Engelmann, D.: Grüner als gedacht - Land- und Baumaschinen sind führend bei Emissionsreduktionen, Mobile Maschinen, 9 (2016) H. 1, S. 2-4.
- [14] Eifler, W. et al.: Küttner Kolbenmaschinen, Wiesbaden, GWV Fachverlage GmbH, 2009.
- [15] Schreiner, K.: Basiswissen Verbrennungsmotor. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015, S. 100-103.
- [16] Shepard, P.: Optimised flow control for lubrication and actuation of medium and heavy duty transmission application. Getriebetagung 2016 Friedrichshafen, 21./22. Juni 2016. In: VDI-Bericht 2276, S. 655-665. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [17] Wolff, T.: Using SCR on Filter Technology for downsizing future HDD on- and Offroad Systems for Euro VI and Stage 5. 19th ETH-Conference on Combustion Generated Nanoparticles 2015 in Zürich, 28. Juni 2015. URL: http://www.nanoparticles.ch/2015_ETH-NPC-19.html.
- [18] Smedler, D et al: SCRF-Konzept zur Erfüllung zukünftiger Emissionsgesetzgebungen. ATZoffhighway, 9 (2016) H. 3 (August), S. 28-35.
- [19] Renius, K. Th.: Traktoren 1993/94. ATZ 96 (1994), H. 7/8, S. 460-470.
- [20] Wyss, M.: Mittlere Verbrennungsdrücke bei modernen Traktormotoren. Semesterarbeit Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften Zollikofen 2016.
- [21] Stempfer, G.: System optimization through electrification in agricultural- (and construction-) machinery. Tagung LAND.TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 133-143. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.

- [22] Warth, V. et al.: Efficiency analysis of complex continuously variable power split transmission with multiple in- and outputs. 16 Internationaler VDI-Kongress Getriebe in Fahrzeugen, Friedrichshafen 21. und 22.06.2016. Tagungsband, S. 719-730.
Siehe auch Reick, B. et al: Analyse eines beispielhaften elektrisch leistungsverzweigten Stufenlosgetriebes (ECVT). Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 35-42. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [23] Winkelheide, K. und T. Sigges: Die Integration elektrischer Antriebe in eine neue Generation von mobilen Maschinen. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 43-54. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [24] Gumpoltsberger, G. et al.: ZF Innovationstraktor 2016. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 83-89. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [25] Kegel, V. und N. Tarasinski: Batterieelektrischer Traktor. Ergebnisse des Feldtests und Simulationsmodell. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 55-60. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [26] Polifke, G.: Hydrodamp - Hydraulischer Torsionsschwingungsdämpfer für Traktoren. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 69-75. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [27] Liebst, F. und S. Bindung: ZF Dynadamp - nasser Drehschwingungsdämpfer für Landmaschinenantriebsstränge. Tagung LAND. TECHNIK Köln 22. und 23.11. 2016. In: VDI-Berichte 2273, S. 577-82. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 13.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Geimer, Marcus; Renius, Karl Theodor; Stirnimann, Roger: Motoren und Getriebe bei Traktoren. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64170>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/278.html>

Reifen - Reifen/Boden-Verhalten

Alexander Bürger, Heinz Dieter Kutzbach und Stefan Böttinger
Institut für Agrartechnik, Universität Hohenheim, Stuttgart

Kurzfassung

Die unterschiedlichen Anforderungen an landwirtschaftlich genutzte Reifen, wie effiziente Kraftübertragung bei Feld- und Transportarbeit, Bodenschonung und Fahrkomfort, werden sowohl durch innovative Konstruktionslösungen als auch durch den zunehmenden Einsatz zusätzlicher Einrichtungen wie Reifendruckregelanlagen erfüllt. Zur computergestützten Modellierung von Reifen sind je nach Anforderung Reifenmodelle mit unterschiedlicher Detaillierungstiefe verfügbar. Zur effizienten Nutzung dieser Modelle müssen Reifendaten und -kennlinien zunehmend standardisiert und verfügbar gemacht werden.

Schlüsselwörter

Ackerschlepperreifen, Reifenkennlinien, Reifenmodelle, Bodenverdichtung

Tyres - Tyre-Soil-Interaction

Alexander Bürger, Heinz Dieter Kutzbach and Stefan Böttinger
Institute for Agricultural Engineering, University of Hohenheim, Stuttgart

Abstract

Different requirements for agricultural tyres like efficient traction force transmission during field work and transportation, soil protection and driving comfort are met by both innovative designs and an increasing usage of additional equipment like tyre pressure controls. For the computer-aided modelling of tyres, differently detailed tyre models are available according to the requirements. For the efficient usage of these models tyre data and characteristic curves must be increasingly standardised and made available.

Keywords

Farm tractor tyres, tyre performance, tyre modelling, soil compaction

Neue Reifenentwicklungen

Es existieren verschiedene Treiber bei der Entwicklung landwirtschaftlich genutzter Reifen. Steigende Motorleistungen von Ackerschleppern und selbstfahrenden Erntemaschinen müssen mit hohem Wirkungsgrad auf den Boden übertragen werden, um die Effizienz der Gesamtmaschine zu optimieren. Neben einer optimierten Kraftübertragung zwischen Reifen und Boden spielt auch der Einfluss des Reifens auf den Fahrkomfort eine immer bedeutendere Rolle. Dabei stellen die Feldarbeit bei geringen Geschwindigkeiten (bis ca. 20 km/h) am einen Ende des Einsatzspektrums sowie die Transportfahrt bei hohen Geschwindigkeiten (bis 60 km/h) unterschiedliche Anforderungen an den Reifen.

Michelin stellt auf der SIMA 2017 in Paris mit dem EvoBib einen "2-in-1"-Reifen der Größe VF 710/70 R42 vor und wird dafür mit einer Goldmedaille ausgezeichnet [1], **Bild 1**. Bei Transportfahrt und hohem Reifeninnendruck rollt der in Radialbauweise aufgebaute Reifen mit einer kleinen Aufstandsfläche über das innere Stollenprofil ab. Zur Reduzierung der reifen-induzierten Schwingungen in das Fahrzeug besitzt er außerdem blockförmige Stollenprofilelemente zwischen den Traktionsstollen in der Radmittelebene, bekannt von Kommunalreifen. Zur Feldarbeit wird der Reifeninnendruck reduziert. Dabei erhöht sich auf der einen Seite die Aufstandsfläche im Vergleich zu einem IF-Standardreifen um 20 % [1], wodurch sich der mittlere Bodendruck verringert. Zusätzlich greifen zur Verbesserung der Traktion weitere Stollen am Außenrand der Lauffläche in den Boden ein.



Bild 1: "2 in 1"-Reifen Michelin EvoBib [1].

Figure 1: "2 in 1"-tyre Michelin EvoBib [1].

Bei selbstfahrenden Erntemaschinen wie Mähdreschern und Rübenrodern sowie bei Überladewagen oder Pflanzenschutzspritzen schwanken die statischen Radlasten im Betrieb bis zum doppelten der statischen Radlast im leeren Zustand der Maschine. Bei Standardreifen ist für diese hohen Radlasten ein hoher Reifeninnendruck notwendig, der sich nachteilig auf die Bodenverdichtung auswirkt. Hersteller bieten zunehmend mit CHO (Cyclic Harvesting Operation) gekennzeichnete Reifen an [2]. Diese ermöglichen höhere Traglasten bei geringeren Reifeninnendruck im Vergleich zu Standardreifen. Erreicht wird diese Eigenschaft durch flexible Reifenflanken - vergleichbar mit denen von IF- und VF-Reifen - sowie einem Stahlgürtel. Ebenfalls für den Einsatz unter zyklischen Belastungen wurde von

Trelleborg und AGCO Fendt mit dem VIP-System (Variable Inflation Pressure) ein intelligentes und autonomes Kompletttrad entwickelt [3]. Dieses besteht aus Sensoren zur Erfassung des Fahr- und Belastungszustandes sowie einer eigenständigen Regeleinrichtung für den Reifeninnendruck. Durch eine selbstständige Anpassung des Reifeninnendruckes im Betrieb werden Bodenverdichtungen durch den Reifen minimiert. Das Konzept wird ebenfalls mit dem SIMA-Innovationsaward in Gold ausgezeichnet [3].

Übergreifend werden im landwirtschaftlichen Bereich vermehrt Reifen mit Radialbauweise und Stahlgürtel eingesetzt [2; 4]. Diese weisen im Vergleich zu Reifen mit Textilgürtel höhere zulässige Traglasten auf. Die gesteigerte Steifigkeit wirkt sich bei Transportfahrt zusätzlich positiv auf die Fahrsicherheit des Fahrzeuges aus. Durch eine Verschiebung des Eigenschwingverhaltens zu höheren Eigenfrequenzen lässt sich außerdem der Fahrkomfort vor allem bei höheren Geschwindigkeiten verbessern.

Reifenkennlinien

Reifenkennlinien wie die Triebkraft-Schlupf- und Wirkungsgrad-Schlupf-Kurve werden seit vielen Jahrzehnten gemessen und im einfachsten Fall durch natürliche Exponentialfunktionen nachgebildet. Während Schreiber [5] die etwa 850 Einzelmessungen von Steinkampf für sein Triebkraft-Schlupf Vorhersagemodell nutzt, fassen Vahedifard, Mason et al. [6; 7] etwa 5000 Messungen auf Sand aus den Jahren von 1962 bis 1995 in den VTI Gleichungen (Vehicle/Terrain Interface) zusammen und stellen Verbindungen zu DROVE (Database Record for Off-Road Vehicle Environments) her.

Triebkraft und Rollwiderstand von großen Ackerschlepperreifen gegenüber fester Fahrbahn lassen sich im Labor u.a. mit dem Dresdener Reifenprüfstand [8] bestimmen. Bei der Triebkraftmessung wird die Bodenplatte unter dem feststehenden, belasteten Reifen mit einem im Latsch gleichmäßigen Schlupf weggezogen, bei der Rollwiderstandsmessung kann der Reifen auf der bewegten Bodenplatte abrollen.

Triebkraft und Rollwiderstand werden außer durch die Reifenparameter (Durchmesser, Breite, Innendruck, Konstruktion) ganz wesentlich von den Bodenparametern geprägt. An der Zusammenstellung von Messverfahren und typischen Bodenwerten wird in einem ISTVS-Forschungsvorhaben gearbeitet [9]. Wieder, Shoop und Barna [10] vergleichen verschiedene Messverfahren (Lightweight Deflectometer, Dynamic Cone Penetrometer, Cone Penetrometer und Clegg Impact Hammer) zur Berechnung und Vorhersage der Bodeneigenschaften. Aktuelle Messungen zur Zugkraftentwicklung großer Ackerschlepper auf einem sehr tragfähigen, festen Lehm Boden (15 % Sand, 45 % Schluff, 40 % Ton) zeigen hervorragende Werte für Zugleistung und Wirkungsgrad [11]. Die Ackerschlepper mit Einsatzgewichten von 18 bis 27 t und Maximalmotorleistungen von 300 bis 500 kW waren mit Vollraupen, 4 bzw. 2 Halbraupen bzw. Radlaufwerken ausgerüstet. Bei einem Schlupf von 6 bis 7 % bei den Raupen und bis 12 % bei den Radschleppern entwickelten die Ackerschlepper bei einer Fahrgeschwindigkeit von 4 km/h Triebkraftbeiwerte von 0,6 bis 0,72 und bei 8 km/h überraschend hohe Wirkungsgrade von 62 bis 72 %, einschließlich der Getriebeverluste. Die Messungen wurden in einem stationären Zustand von Ackerschlepper und Belastungseinrichtung, einem tiefenverstellbaren, sehr breiten Grubber durchgeführt. Oft

werden Zugkraftmessungen und auch Schräglaufmessungen mit sich stetig änderndem Schlupf bzw. Schräglauf durchgeführt (instationäre Messung), um Versuchszeit bzw. Versuchsfläche zu sparen. Dabei wird oft nicht berücksichtigt, dass die Änderungsgeschwindigkeit von Schlupf bzw. Schräglauf erheblichen Einfluss auf die Kennlinien haben kann. Zugkraft bzw. Seitenkraft steigen deutlich verzögert mit Schlupf bzw. Schräglauf an [12 bis 14].

Ein neues Verfahren zur Bestimmung von Schlupf und Schräglauf wird von Els und Mitarbeitern entwickelt und in Zusammenarbeit mit Shoop und Mitarbeitern im praktischen Einsatz untersucht [15 bis 17]. Bei diesem digitalen Stereobildverarbeitungs- und Korrelationssystem (DIC, Digital Image Correlation) werden Boden und Reifen in der Aufstandsfläche seitlich mit einfachen Stereokameras gefilmt und über Bildverarbeitung markante Punkte verfolgt. Daraus lassen sich dann Schlupf und Schräglauf berechnen.

Mit einem entsprechenden Stereokamerasystem lässt sich auch die Reifendeformation in der Aufstandsfläche bestimmen. Ein gegenüber dem Vorjahr verbessertes System haben Guthrie et al. [18] vorgestellt. Das Kamerasystem ist im Reifeninneren eingebaut und durch eine äußere Führung stabilisiert, **Bild 2**. Zusammen mit einem 6-Komponenten-Raddynamometer, Radwinkel- und Raddrehzahlsensor können wichtige Kenngrößen im dynamischen Einsatz bestimmt werden. Es wird nur die Aufstandsfläche abgetastet; die gesamte Verschiebung des elastischen Reifens gegenüber der Felge nach oben, wie mit einem Lasersensor von Schlotter [19] gemessen, wird nicht erfasst.

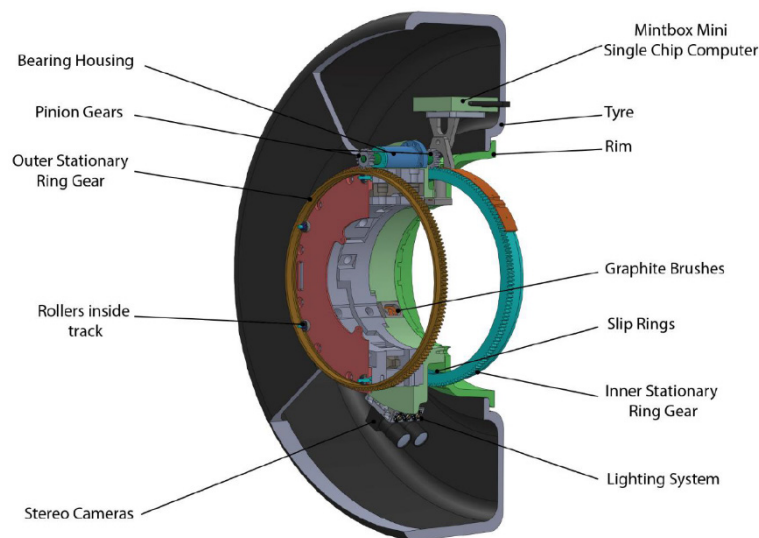


Bild 2: Konstruktiver Aufbau zur Messung der Reifendeformation in der Aufstandsfläche [18].

Figure 2: Constructive design for the measurement of the tyre deformation in the contact patch [18].

Reifenmodelle

Das im Jahrbuch 2014 vorgestellte, von Witzel [20] zum Speichenmodell weiterentwickelte Hohenheimer Reifenmodell für großvolumige Ackerschlepperreifen spiegelt auch unter schwierigen Einsatzbedingungen das tatsächliche Reifenverhalten gut wider. Bürger et al. [21; 22] haben das Verhalten des Modells beim Überfahren von Hindernissen und das

daraus folgende Seitenkraftverhalten mit früheren Versuchsergebnissen an einem Reifen 520/70 R34 verglichen und eine sehr gute Übereinstimmung im Vertikalkraft- und Seitenkraftverhalten festgestellt. Aufgrund des verzögerten Kraftaufbaus bei dynamischer Belastung verringert sich die übertragbare Seitenkraft gegenüber der statischen Belastung. Am Beispiel eines Feldhäckslers wird von Bollwerk [23] gezeigt, dass die Güte des Reifenmodells wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Fahrzeugsimulation hat. Ein doppelter Spurwechsel ließ sich mit dem Reifenmodell TMeasy bis auf einen kleinen Zeitversatz sowohl für die Radlast als auch die Querbeschleunigung gut nachbilden.

Mit einem 2D-FE-DEM Modell für einen kleinen Pkw-Reifen 165/60 R13 auf einem trockenen Sand konnten Nishiyama et al. [24] Normal- und Tangentialspannung am Reifen und damit Umfangskraft, Triebkraft und Rollwiderstand berechnen. Das Modell zeigt auch eine Verschiebung der Normalspannung mit zunehmendem Schlupf hin zu kleineren Einlaufwinkeln, also nach vorne, **Bild 3**. Daraus folgt eine Verschiebung des Angriffspunktes der Radlast nach vorne, d.h. der Hebelarm der Radlast wird mit zunehmender Triebkraft größer.

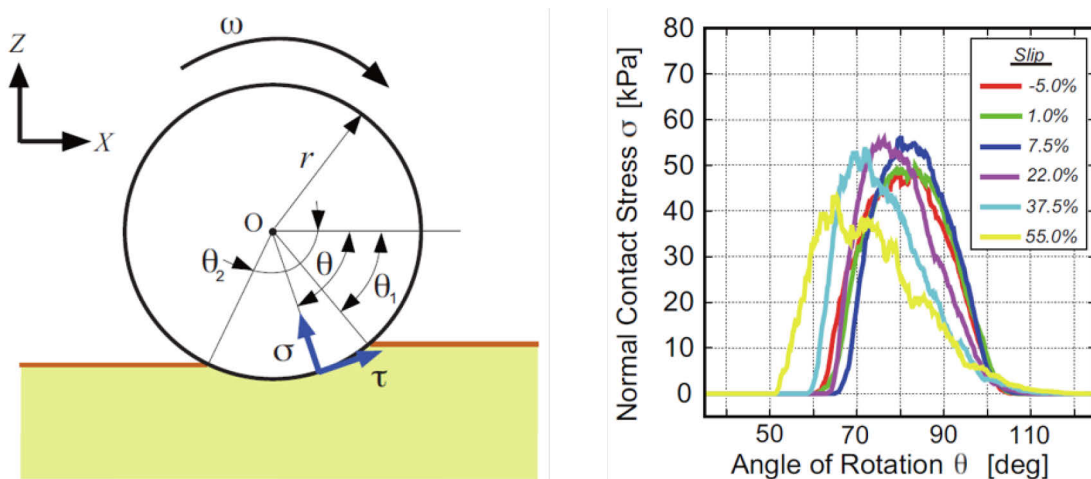


Bild 3: Verschiebung des Angriffspunktes der Radlast mit zunehmendem Schlupf nach vorne [24].

Figure 3: Displacement of the point of application of the wheel load for increasing slip to the front [24].

Bodenverdichtung

Zur Messung des Bodendrucks zwischen Reifen und starrer Fahrbahn ist die Aufstandsfläche des Dresdener Reifenprüfstands mit einer Reihe von 12 Drucksensoren versehen [8]. Durch Anheben des Reifens und geringfügiges Verdrehen kann die Druckverteilung in der gesamten Aufstandsfläche ermittelt werden. Über eine dem Bodentyp, der Feuchte und dem Lockerungszustand entsprechenden Druckcharakteristik lassen sich Bodenverdichtung und Ertragsminderung abschätzen.

Mit den in Kiel von Horn entwickelten Sensoren zur Messung des Bodenspannungszustandes (SST, Stress State Transducer) wurden von Tekeste, Way et al. [25] Spannungsmessungen im Boden zur Bestimmung der Bodenverdichtung durchgeführt. Dabei wurden Zwillingsreifen IF 420/85 R34 vorne und IF 480/80 R50 hinten eingesetzt und

auch Penetrometer-Werte bestimmt. Durch den geringeren Reifeninnendruck im Feldeinsatz gegenüber dem Reifeninnendruck bei Straßenfahrt konnten Bodenspannungen und Bodenverdichtung vermindert werden.

Fachtagungen

Auf der 8. Amerikanischen Konferenz der ISTVS (International Society of Terrain Vehicle Systems) vom 12.-14. September 2016 in Detroit wurden bisher erreichte Fortschritte vor allem im Bereich der Rad-Boden-Modelle konsolidiert [26]. Auch für das auf fast allen ISTVS-Konferenzen präsentierte NRMM (Nato Reference Mobility Model) wurde eine Überarbeitung in Hinblick auf Vereinheitlichung und ein Upgrade auf die Version 3.0 angekündigt. Sehr interessant und sehr gut organisiert war die Führung durch das U.S. Army Tank Automotive Research Development and Engineering Center (TARDEC) im nahen Warren. Hier hatte früher auch Janosi gearbeitet, der, obwohl seit langem im Ruhestand, ebenfalls zur Tagung erschienen war. Verschiedene Beiträge dokumentierten die gute Zusammenarbeit zwischen der University of Pretoria, South Africa, Virginia Tech, USA und dem Cold Regions Research and Engineering Laboratory, USA.

Auf der 74. Internationalen Tagung Landtechnik am 22. und 23. November 2016 in Köln [27] wurden aktuell genutzte Messeinrichtungen für Reifen vorgestellt sowie Reifenmodelle validiert und Rahmenbedingungen für ihren Einsatz im Entwicklungsprozess von Landmaschinen diskutiert.

Zusammenfassung

Das Verlangen nach steigender Effizienz prägt maßgeblich die Entwicklung landwirtschaftlich genutzter Reifen. Innovative konstruktive Lösungen sowie der zunehmende Einsatz von Reifendruckregelanlagen in Verbindung mit tragfähigeren und flexibleren Reifen führen zu einer Optimierung der Kraftübertragung und der Bodenschonung bei Feldarbeit sowie des Fahrkomforts bei Transportarbeiten. Bei der Entwicklung von Ackerschleppern und Erntemaschinen vermehrt eingesetzte Reifenmodelle sind bezüglich ihrer jeweiligen Einsatzbereiche hoch entwickelt. Die Datenbasis zur Parametrierung dieser Modelle ist jedoch nicht einheitlich. Eine Standardisierung der Reifen- und Bodendaten und -parameter auf der einen Seite sowie der erforderlichen Messungen auf der anderen Seite wird zu einem effizienteren Einsatz von Reifenmodellen im Entwicklungsprozess führen.

Literatur

- [1] -, -: Michelin Landwirtschaft wird für die bahnbrechende "2 in 1"-Technologie mit der Goldmedaille ausgezeichnet. Michelin Reifenwerke AG & Co. KGaA, <http://landwirtschaft.michelin.de/de/Was-gibt-es-Neues/Aktuelles/Michelin-Landwirtschaft-schafft-mit-der-neuen-2-in-1-Reifenstruktur-die-ihre-Form-an-den-Einsatzbereich-Strasse-oder-Feld-anpasst-Raum-fuer-Innovationen>, 28.11.2016.
- [2] Brockmann, A.: Mitas: Neue Größen des Mitas CHO. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, <http://www.agrarheute.com/traction/news/mitas-neue-groessen-mitas-cho>, 01.12.2016.
- [3] -, -: Trelleborg gewinnt den prestigeträchtigen SIMA-Innovationsaward in Gold. Trelleborg Group. <http://www.trelleborg.com/de/wheels/medien--und--events/landwirtschafts--und--forstreifen/pressebereich/trelleborg--receives--prestigious--sima--innovation--award--gold--medal>, 24.11.2016.
- [4] Arnold, L.: Mitas bei EIMA mit viel Neuem. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, <http://www.agrarheute.com/agrartechnik/news/mitas-eima-viel-neuem>, 02.11.2016.
- [5] Schreiber, M.: Kraftstoffverbrauch beim Einsatz von Ackerschleppern im besonderen Hinblick auf CO₂-Emissionen. Dissertation Universität Hohenheim, 2006. Aachen: Shaker Verlag 2006.
- [6] Vahedifard, F., J.D. Robinson, G.L. Mason, I.L. Howard und J.D. Priddy: Mobility algorithm evaluation using a consolidated database developed for wheeled vehicles operating on dry sands. Journal of Terramechanics 63 (2016), S. 13 – 22.
- [7] Vahedifard, F., J.M. Williams, G.L. Mason, I.L. Howard und J.D. Priddy: An Introduction to DROVE: Database Records for Off-Road Vehicle Environments. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [8] Döll, H. und T. Herlitzius: Dresdener Reifenprüfstand - Basis für Beratung und Entwicklung von Energie- und Fahrwerksmodulen. VDI-MEG Tagung Landtechnik, 22./23.11.2016, Köln, VDI-Berichte Nr. 2273, 2016, S. 453 -462.
- [9] He, R., A.G. Guthrie, C. Sandu und P.S. Els: A Technical Survey on Equipment and Techniques for Testing and Parameterization of Soft Soil for Vehicular Applications. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [10] Wieder, W., S. Shoop und L. Barna: Comparison of Soil Strength Measurements of Agricultural Soils in Nebraska. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [11] Wilmer, H.: 6 Acker-Giganten im Vergleich. profi 28 (2016) H. 12, S. 12-21.
- [12] Heine, A.: Experimenteller Beitrag zum Schräglauf- und Lenkmomentverhalten

- rollender Reifen landwirtschaftlicher Fahrzeuge auf starrer und nachgiebiger Fahrbahn. Dissertation Universität Stuttgart, 1991, Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Nr. 199.
- [13] Barreilmeyer, T.: Untersuchung der Kräfte an gelenkten und angetriebenen Ackerschlepperrädern bei Gelände- und Straßenfahrt. Dissertation Universität Stuttgart, 1996, Fortschritt-Berichte VDI Reihe 14, Nr. 79. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996.
- [14] Schlotter, V.: Einfluss dynamischer Radlastschwankungen und Schräglaufwinkeländerungen auf die horizontale Kraftübertragung von Ackerschlepperreifen. Dissertation Universität Stuttgart, 2006, Forschungsbericht Agrartechnik Nr. 437. Aachen: Shaker Verlag 2006.
- [15] Botha, T., S. Els, S. Shoop, G. Guthrie, A. Sopher: Tire Slip and Slip Angle Measurement in Snow and Mud Using Stereo Imaging System. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [16] Botha, T., S. Els, S. Shoop, C. Becker und A. Sopher: Three-Dimensional Rut Profile Measurement in Snow. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [17] Shoop, S., S. Els, C. Becker, T. Botha und A. Sopher: Evaluation of Digital Image Correlation Technique for Off-Road Mobility in All-Season Conditions. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [18] Guthrie, G., T. Botha, C. Becker, S. Els, A. Sopher und S. Shoop: Measurement of Tire Carcass inside Deformation. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [19] Schlotter, V. und H. D. Kutzbach: Innenkontur eines Traktorreifens auf festem und nachgiebigem Boden. Agrartechnische Forschung 7 (2001) H. 1, S. 23-27.
- [20] Witzel, P.: Ein validiertes Reifenmodell zur Simulation des fahrdynamischen und fahrkomfortrelevanten Verhaltens von Ackerschleppern bei Hindernisüberfahrt. Dissertation Universität Stuttgart, 2015. Aachen: Shaker Verlag 2015.
- [21] Bürger, A., S. Böttinger und H. D. Kutzbach: The Effect of Obstacle Induced Wheel Load Fluctuations on the Lateral Force Transmission with the Hohenheim Tyre Model. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [22] Bürger, A., S. Böttinger und P. Witzel: Simulation von Radlastschwankungen und deren Einfluss auf die Querkraftübertragung im Reifenlatsch. VDI-MEG Tagung Landtechnik, 22./23.11.2016, Köln, VDI-Berichte Nr. 2273, 2016, S. 283 - 292.

- [23] Bollwerk, L.: Herausforderungen bei der virtuellen Untersuchung der Fahrdynamikeigenschaften selbstfahrender Erntemaschinen. VDI-MEG Tagung Landtechnik, 22./23.11.2016, Köln, VDI-Berichte Nr. 2273, 2016, S. 275 -282.
- [24] Nishiyama, K., H. Nakashima, H. Shimizu J. Miyasaka und K. Ohdoi: Normal and Tangential Stresses on a Contact Surface of Tire by 2D FE-DEM. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [25] Tekeste, M., T.R. Way, W. Birkenholz und S. Brodbeck: Evaluation of Low Inflation Tire Technologies on Soil Compaction. Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of International Society for Terrain-Vehicle Systems, 12.-14. September 2016, Troy, USA.
- [26] Proceedings of the 8th Americas Regional Conference of the ISTVS, 12.-14.09.2016, Troy, USA.
- [27] Tagungsband VDI-MEG Tagung Landtechnik, 22./23.11.2016, Köln. VDI-Berichte Nr. 2273, 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 09.03.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bürger, Alexander; Kutzbach, Heinz Dieter; Böttinger, Stefan: Reifen - Reifen/Boden-Verhalten. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64171>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/279.html>

Hydraulische Antriebe in Traktoren und Landmaschinen

Hagen Neurath, Kerstin Ritters, Lennart Roos, Thees Vollmer
Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge

Kurzfassung

Die stetige Verbesserung der Effizienz hydraulischer Antriebe in Traktoren und Landmaschinen ist nötig, um diese wettbewerbsfähig zu halten. Auf der Ebene der Systeme werden hier Ansätze verfolgt, mehr Funktionen in das System zu integrieren bzw. über Verlustvermeidung oder Senkung des Primärenergiebedarfs die Effizienz zu steigern. Auch in der Hybridtechnik konnten neue Impulse gesetzt werden.

Schlüsselwörter

Load-Sensing, hydraulische Hybridtechnik, aufgelöste Steuerkanten, Verstellpumpen

Hydraulic drives in tractors and agricultural machinery

Hagen Neurath, Kerstin Ritters, Lennart Roos, Thees Vollmer
TU Braunschweig, Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles

Abstract

To provide the competitiveness of hydraulics a continuous improvement of the efficiency of hydraulic drives in tractors and other agricultural machinery is needed. On the level of systems approaches are taken which integrate more functions into the system or increase the efficiency by lowering the losses or the needed primary energy. Furthermore in the field of hydraulic hybrids new developments and use principles can be observed.

Keywords

Load-Sensing, hydraulic hybrids, independent metering, variable displacement pumps

Einleitung

Im vergangenen Geschäftsjahr 2016 verzeichnete die Hydraulikbranche wieder ein Umsatzwachstum von 1 %, nachdem der Umsatz im Vorjahr zurückging. Hierbei konnte vor allem ein gutes letztes Quartal die Jahresbilanz aufwerten. Für das kommende Jahr 2017 geht der VDMA Fluidtechnik von einem ähnlichen Wachstum aus. [1]

Die inländische Landtechnik ist jedoch im vergangenen Jahr von seinem Platz als zweitgrößte Abnehmerbranche für Hydraulik heruntergerückt und stellt mit einem Anteil von ca. 12 % des Umsatzes nur noch die drittgrößte Branche, nach den Bau- und Baustoffmaschinen sowie der Fördertechnik, dar. [2]

Maßgebende Tagungen im Berichtszeitraum waren das 10. Internationale Fluidtechnische Kolloquium (IFK) in Dresden, das 9. Mobilhydraulik-Kolloquium in Karlsruhe sowie die 74. Tagung LAND.technik (VDI-MEG) in Köln.

Arbeitshydraulik

Die Arbeitshydraulik von Traktoren ab mittlerer Ausstattung wird typischerweise als Load-Sensing-System mit Verstellpumpe ausgeführt. Je nach Anwendung kann jedoch auch ein lastrückmeldendes Systemverhalten vorteilhaft sein. Am FLUMES der Universität Linköping wurde deshalb eine neue Systemarchitektur entwickelt, mit der durch ein einziges Hydrauliksystem sowohl Load-Sensing, Open-Center und bedarfsstromgeregelter Systeme als auch Mischformen von ihnen nachgestellt werden können. Hierzu werden eine elektrisch angesteuerte Verstellpumpe und Closed-Center-Ventile eingesetzt. Der Bediener kann das Systemverhalten über zwei Parameter einstellen: Ein Parameter entscheidet, wie stark die Pumpe druck- oder volumenstromgeregelt wird, der andere bestimmt die Lastabhängigkeit des Systems. Zusammen mit aktuellen Systemgrößen dienen die Bedienerparameter als Eingangsgrößen für die Controller, welche den Schwenkwinkel der Pumpe und darüber das Systemverhalten steuern. Hervorzuheben ist, dass die beiden Bedienerparameter auch während des Betriebs angepasst werden können. [3]

Im Vergleich zu Konstantstrom- und Konstantdrucksystemen weisen Load-Sensing-Systeme mit Verstellpumpe bei wechselnden Betriebspunkten geringere Verluste auf. Werden mehrere Verbraucher mit unterschiedlichen Druckniveaus durch ein gemeinsames LS-System versorgt, geht an den Druckwaagen durch Drosselung dennoch ein nennenswerter Leistungsanteil verloren. Um diesen zu reduzieren, wurde am MOBIMA in Karlsruhe ein neues Hydrauliksystem entwickelt, bei dem die Rücklaufleitungen der Verbraucher mit niedrigem Druckniveau mit einem hydraulischen Speicher verbunden werden können. Durch die Vorspannung sinken die Druckdifferenzen an den Druckwaagen und damit die Drosselverluste. Die gespeicherte Energie kann simultan an anderen Stellen im Hydrauliksystem oder zu einem späteren Zeitpunkt wieder genutzt werden. Das Umschalten zwischen Tank und Hydrospeicher erfolgt belastungsabhängig durch ein neu entwickeltes, hydraulisch betätigtes Schaltventil, welches im Rücklauf des Verbrauchers eingesetzt wird. [4]

Da mit steigendem Leistungsbedarf eines Anbaugerätes die Traktor-Arbeitshydraulik zum Betrieb nicht ausreichend dimensioniert sein kann, wird in solchen Fällen auf dem Gerät eine über die Zapfwelle angetriebene Hydraulikanlage installiert, die unabhängig von der des Traktors ist. Damit verfügt der Maschinenverbund über einen zum Teil redundanten Aufbau. Um diesen Mehraufwand zu verringern, stellte Grimme eine neue Systemarchitektur vor, die die Eigenhydraulik eines Kartoffelroders mit der Traktorhydraulik verbindet. Diese geräteeigene Hydraulik besteht aus einer Konstantpumpe, die über die Zapfwelle des Traktors angetrieben wird, und einer Reihe von Ventilen. Die Pumpe fördert das Ölvolumen im geschlossenen Kreis zu rotatorischen Verbrauchern der Maschine. Zur Kühlung und Filterung des Öls der Eigenhydraulik wird im Rücklauf zur Pumpe ein Spülventil eingesetzt, worüber das Öl in den offenen Kreis der Traktorhydraulik gelangt und so gekühlt und gefiltert wird. Eine auftretende Über- oder Unterversorgung wird über die Traktorhydraulik ausgeglichen. Im Praxistest hat sich das System als funktionstüchtig erwiesen. [5]

Hydraulische Hybridsysteme

Rekuperationssysteme stehen insbesondere bei Maschinen hoher bis mittlerer Leistungsklasse und rotatorischen Verbrauchern im Fokus von Forschung und Entwicklung [6]. Bei diesen können durch hohe Verzögerungsraten deutlich höhere Brems- als Beschleunigungsleistungen auftreten. Mit ihrer hohen Leistungsaufnahme eignen sich Hydraulikspeicher für diese Anwendungen besonders gut. Ein weiterer Vorteil ist die direkte Nutzbarkeit der Energie, wodurch Wandlungsverluste reduziert werden können.

Dass der Blick auf translatorische Aktuatoren lohnenswert sein kann, zeigen neben dem im STEAM Forschungsprojekt entwickelten Bagger auch bereits in der Anwendung befindliche Maschinen. Diese Bagger nutzen die potentielle Energie des Auslegers, um diese im Absenkprozess zu rekuperieren. Hierzu wird in den Anwendungen mindestens ein Druckniveau gewählt, auf dem jeweils ein Druckspeicher arbeitet. Um die Antriebsarchitekturen möglichst kompakt und einfach zu halten, wird im Rekuperationssystem auf vorhandene, diskrete Druckniveaus gedrosselt. Um diese Verluste möglichst gering zu halten, existieren mehrere Konzepte. Neben der Zylindereinspannung und Verwendung von mehreren Druckniveaus (STEAM Forschungsprojekt [7]), was reglungstechnische Herausforderungen mit sich bringt, besteht die Möglichkeit, die Anzahl der Wirkflächen zu erhöhen. Dies kann entweder über mehrere Wirkflächen innerhalb eines Zylinders oder über einen zusätzlichen Zylinder erreicht werden. Wird ein System mit mehreren diskreten Druckniveaus aufgebaut, muss pro Druckniveau ein Druckspeicher zur Verfügung stehen, was mit einem hohen Bauraumbedarf verbunden ist.

Als kompaktere Alternative präsentierte HYDAC zwei Speicherkonzepte, vgl. **Bild 1**. Beide Konzepte basieren auf dem Prinzip des Kolbenspeichers, arbeiten aber mit unterschiedlich vielen Druckkammern und Ventiltechnik. Das Konzept I entstammt der Digitalhydraulik. Hierbei werden durch acht 2/2-Wegeventile zwölf verschiedene Druckniveaus erzeugt, wobei die Druckstufen zwischen $\frac{4}{15} p_{\text{Gas}}$ und p_{Gas} liegen können. Im Vergleich hierzu bietet das Konzept II, das auf einem doppelten Kolbenspeicher basiert, drei Druckstufen unter Verwendung von vier 2/2-Wegeventilen. [8]

Durch Simulationen eines Gabelstaplereinsatzes konnte gezeigt werden, dass je nach Wahl der Flächenverhältnisse von Konzept II das gleiche Energierückgewinnungspotential erreicht werden kann wie bei Konzept I. Während sich Konzept II durch den im Vergleich zu Konzept I einfachen und kompakten Aufbau auszeichnet, bietet das Konzept I durch die fünf Druckkammern eine bessere Anpassungsfähigkeit an stark variierende Lasten. [8]

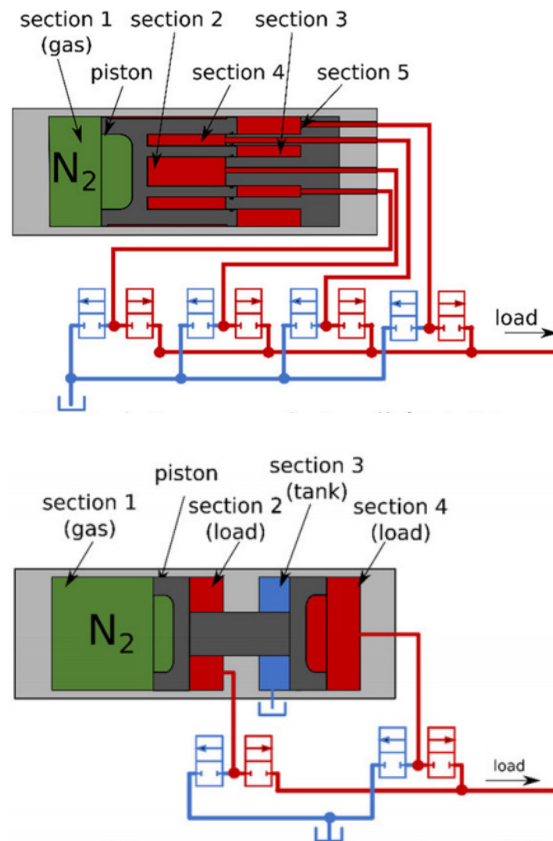


Bild 1: Mehrkammerkonzepte der Firma HYDAC (v.l.n.r.: Konzept I, Konzept II) [8]

Figure 1: Multichamber concepts of HYDAC (f.l.t.r.: Concept I, Concept II) [8]

Aufgelöste Steuerkanten

Bisher kann noch kein Serieneinsatz von aufgelösten Steuerkanten in Mobilapplikationen beobachtet werden, daher sind weiterhin Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten nötig. Herausfordernd sind die Abstimmung von Druck- und Volumenstromregelung beim Wechsel von aktiven und passiven Lasten sowie eine Realisierung mit kostengünstigen Komponenten und wenigen Sensoren. Ein möglichst kostengünstiges Konzept wird vom IFD der TU Dresden [9] verfolgt, welches nur einen Hochdrucksensor und drei Wegaufnehmer pro Sektion erfordert. Sämtliche Drücke werden modellbasiert ermittelt. Es zeigt sich, dass ein lineares Reglerkonzept für eingeschränkt dynamische Aktivitäten funktionsfähig ist, obwohl die verwendeten Proportionalventile nur eine geringe Dynamik und eine deutliche Hysterese besitzen. Für schnelle Betriebspunktwechsel ist eine sehr genaue Abstimmung der Ansteuerung der aktiven Steuerkanten erforderlich, um Druckspitzen und/oder Kavitation zu vermeiden. Dazu ist in jedem Fall eine höhere Ventildynamik wünschenswert.

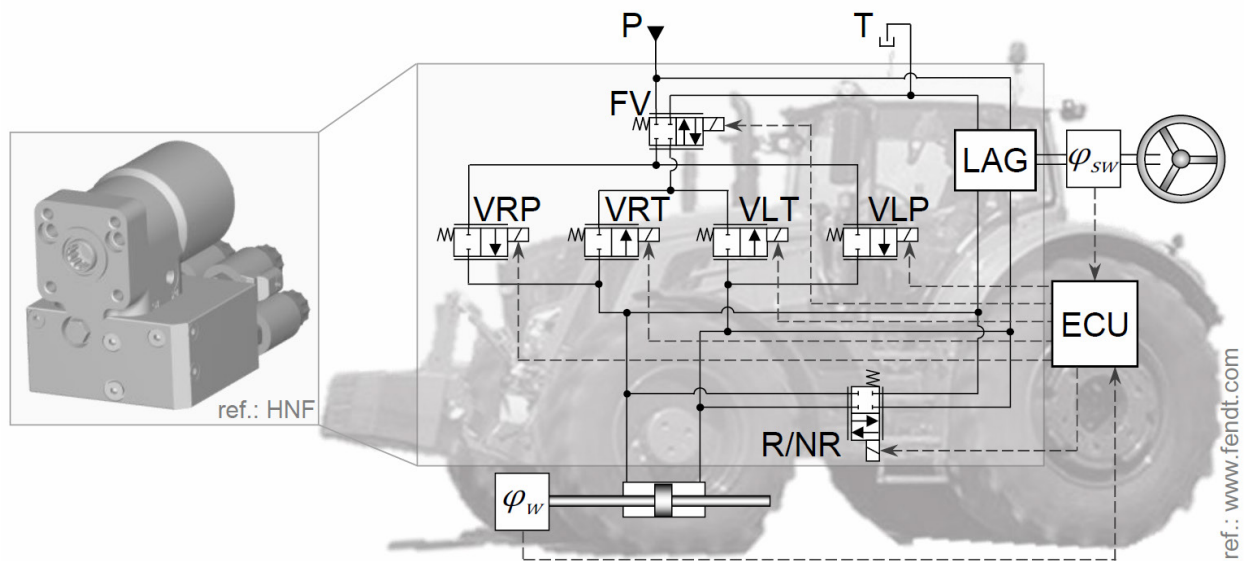


Bild 2: Elektrohydraulische Überlagerungslenkung mit aufgelösten Steuerkanten [10]

Figure 2: Electro-hydraulic active steering system using superimposition and independent metering [10]

Nicht nur die Verwendung aufgelöster Steuerkanten in Arbeitsantrieben wird derzeit untersucht, sondern auch der Einsatz in elektrohydraulischen Lenksystemen [10], vgl. **Bild 2**. Es wird ein Ansatz diskutiert, der eine elektrohydraulische Überlagerung eines konventionellen Orbitrols vorsieht, weshalb sicherheitskritische Komponenten nicht redundant ausgeführt werden müssen, wie bei reinen Steer-by-Wire-Systemen. Der Ansatz umfasst vier 2/2-Wege-Proportionalventile zur individuellen Versorgung der Ringkammern des Lenkzylinders mit Pumpen- oder Tankdruck, sowie zwei weitere Ventile zur (De-)Aktivierung der Überlagerung bzw. zur Umschaltung zwischen Reaction- und Non-Reaction-Charakteristik. Überdies werden ein Drehwinkelsensor am Lenkrad und ein Winkelsensor am Lenkgestänge benötigt. Neben der Möglichkeit der Umsetzung einer variablen Lenkübersetzung zeichnet sich das System durch eine Leckagekompensation bei permanenter Querkraft (z.B. Hangfahrt oder ungleiche Radzugkräfte) aus. Ferner kann eine definierte Lenkradneutralposition eingehalten werden, was bei konventionellen Orbitrolsystemen bislang nicht möglich ist. Eine stufenlose Veränderung der Lenkübersetzung sowie die Umschaltung von Reaction auf Non-Reaction-Verhalten kann geschwindigkeitsabhängig umgesetzt werden.

Fahrhydraulik

In Fahrzeugen mit hydrostatischen Fahrtrieben wird bei hydrostatischen Bremsungen das Bremsmoment des Dieselmotors genutzt. Um diesen vor Überdrehen zu schützen, wurde bereits 2014 von Danfoss ein Konzept vorgestellt, wonach im Rücklauf der Hydraulikpumpe eine zusätzliche Drossel integriert wird, die den Pumpendruck auf einen eingestellten Wert einregelt. Aufgrund der Druckregelung auf einen festen Wert kann dieses System jedoch nicht auf unterschiedliche Lastanforderungen an den Dieselmotor reagieren. Soll dieser bei-

spielsweise während des Bremsens einen anderen Verbraucher aktiv antreiben, so kann die Bremsenergie dazu nicht genutzt werden. In einer Weiterentwicklung wurde das System deshalb so angepasst, dass nun keine Druck- sondern eine Drehzahlregelung erfolgt. Hierzu wird in das bestehende Konzept eine zusätzliche Vorsteuerstufe integriert, die über den Pumpendruck die Dieselmotor- bzw. Pumpendrehzahl einregelt (siehe **Bild 3**). Um die Bremse bei Rückwärtsfahrt zu deaktivieren, wird ein Fahrtrichtungsventil eingesetzt. Als Regelgröße kann entweder das CAN-Signal der Motordrehzahl dienen oder in einer rein hydraulischen Variante der Speisedruck. [11]

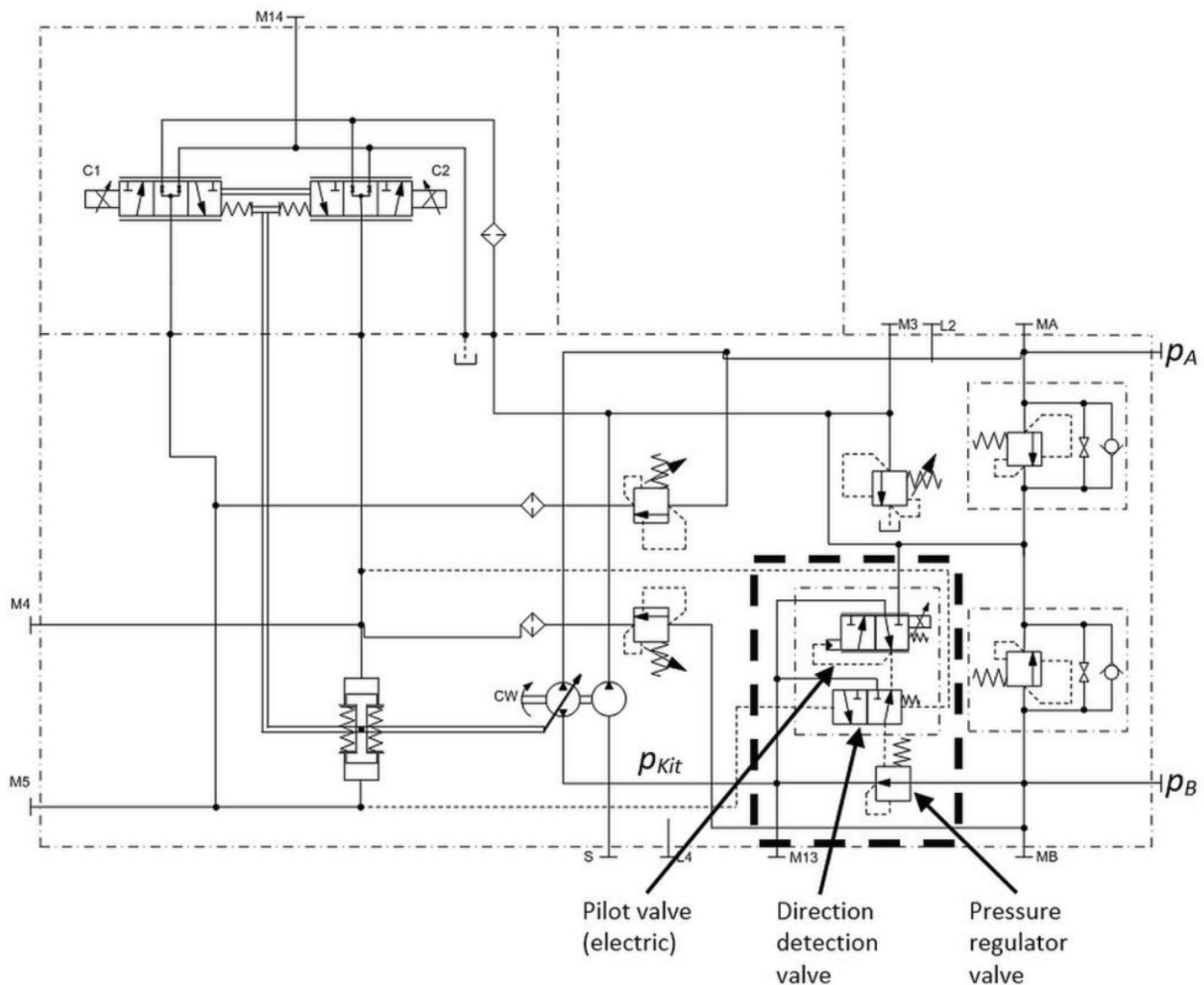


Bild 3: Drehzahlgeregeltes hydraulisches Bremssystem [11]

Figure 3: Speed controlled hydraulic brake system [11]

Ein weiterer Aspekt, mit dem Danfoss sich befasst, ist die Verstellstrategie der Pumpe im Fahrantrieb. Die Ausschwenkung der Pumpe wird über den Servodruck bestimmt, der entweder gesteuert oder geregelt werden kann. Durch die Steuerung kann das Hubvolumen durch äußere Lasten beeinflusst werden, was vorteilhaft beim automotiven Fahren ist. Mit einer Regelung ist dagegen eine genaue Einstellung der gewünschten Fahrgeschwindigkeit möglich. Da mobile Maschinen je nach Einsatzfall unterschiedlichen Anforderungen unterliegen, ist eine mögliche Auswahl zwischen beiden Verstellstrategien vorteilhaft. Eine einfache,

reaktionsschnelle Hardwarelösung, mit der zwischen beiden gewechselt werden kann, wird in [11] vorgestellt. Die Schaltventile für die verschiedenen Strategien sind gekoppelt, sodass bei Aktivierung eines Modus der andere gleichzeitig deaktiviert wird. [11]

Verstellpumpen in Niederdruckanwendungen

Seit längerem ist bekannt, dass sich auch Verstellpumpensysteme wie das Load-Sensing bei Traktoren kleinerer Leistung in der Arbeitshydraulik durchsetzen. Hierfür sind Axialkolbenpumpen verfügbar, die exakt für dieses preissensible Marktsegment entwickelt wurden. Daran anschließend entwickelt sich ein Trend im Niederdruckbereich, der ebenfalls die Verwendung von Verstellpumpen in Anwendungen umfasst, in denen bislang kostengünstige Konstantpumpen eingesetzt wurden. Hierzu zählen beispielsweise Schmieröl-, Pilotdruck- oder Speisepumpen für geschlossene Kreisläufe sowie Pumpen zur Vorspannung von Hauptpumpen, welche allesamt für den jeweiligen Worst-Case ausgelegt sein müssen und somit für diverse Betriebspunkte überdimensioniert sind [12]. Um dies zu entschärfen, untersucht Danfoss aktuell den energetischen Einfluss eines bedarfsgerechten Spül-/Speisesystems für geschlossene Kreisläufe [13], vgl. **Bild 4**. Dieses besteht zum einen aus einer verstellbaren, druckgeregelten Rollenzellenpumpe und zum anderen aus einem elektrisch angesteuerten Spülventil, welches z.B. in Abhängigkeit der Öltemperatur betätigt wird. Simulationen zeigen eine Verringerung der Leistungsaufnahme um etwa die Hälfte.

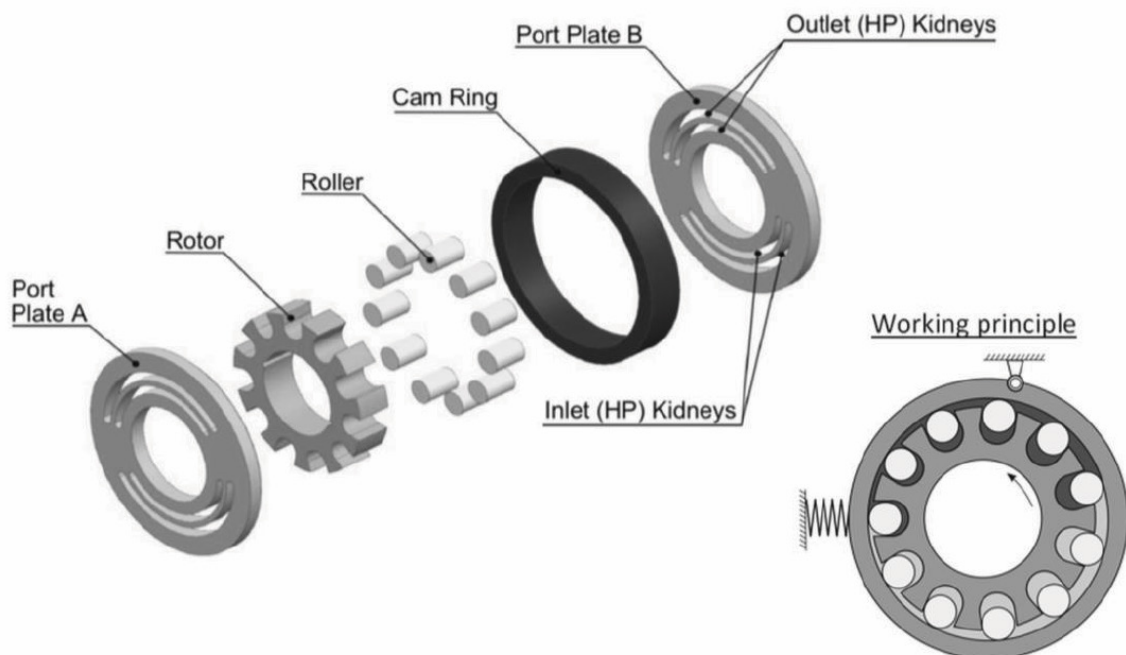


Bild 4: Aufbau und Funktionsprinzip der verstellbaren Rollenzellenpumpe [13]

Figure 4: Parts and working principle of the variable roller/vane pump [13]

Das Unternehmen Concentric AB arbeitet an einer Bereitstellung von Pilot- und Schmierdruck, die sich ebenfalls dem Bedarf anpasst [14]. Neben der mechanischen Leistungsauf-

nahme sollen hier auch die Planschverluste in einem mechanischen Getriebe reduziert werden, indem eine (elektro-)hydraulisch verstellbare Außenzahnradpumpe verwendet wird. Das Verstellprinzip beruht darauf, dass das getriebene Zahnrad radial verschiebbar ist, wodurch der Achsabstand beider Räder und somit das Fördervolumen variabel sind. Es konnten geringe Effizienzsteigerungen ermittelt werden.

Zusammenfassung

Die Verbesserung der Effizienz hydraulischer Anlagen wird durch die Verwendung immer stärker spezialisierter Systeme und Ansätze weiter verfolgt. Zum einen ist das Ziel, die Systemeigenschaften eines Load-Sensing-Systems gezielt durch indirekte elektrohydraulische Ansteuerung zu beeinflussen, zum anderen die prinzipbedingten Verluste des Systems durch eine Weiterverwendung des Druckpotentials zu mindern. Das Problem der an den Dieselmotor und somit den Gesamtprozess gebundenen Leistungsbereitstellung kann durch entkoppelte Leistungsbereitstellung oder Hybridisierung gelöst werden. Komponenten und Teilsystem werden immer spezialisierter, um weitere Funktionen zur Verfügung zu stellen oder Anforderungen nach gestiegenem Komfort oder Effizienz zu genügen. Zuletzt ist zu erwähnen, dass auch bei Subsystemen mit vergleichsweise geringen Verbesserungspotentialen der betriebene Aufwand zur Effizienzsteigerung erhöht wird.

Literatur

- [1] Kienzle, C.: MDA Presse-Roundtable, Konjunkturelle Lage Fluidtechnik, Vortrag am 26. Januar 2017.
- [2] Fackler, I.; Wichers, R.: Maschinenbau tut sich weiter schwer. In: Fluid Markt 2017, Dezember 2016, S. 10-26.
- [3] Axin, M.; Eriksson, B.; Krus, P.: A flexible working hydraulic system for mobile machines. International Journal of Fluid Power, 2016, S. 79-89
- [4] Siebert, J.; Geimer, M.: Reduction of System Inherent Pressure Losses at Pressure Compensators of Hydraulic Load Sensing Systems. 10th International Fluid Power Conference 2016, 08-10.03.16, Dresden, Bd. 1, S. 253-266
- [5] Niemöller, B.: Kombination von Eigenhydraulik und Traktorhydraulik auf einem gezogenen Kartoffelroder. 9. Kolloquium Mobilhydraulik 2016, 22./23.09.16, Karlsruhe, S. 93-106
- [6] Hartmann, K. et al.: bauma 2016: Die Highlights, O+P-Ölhydraulik und Pneumatik 6/2016, S 2-9
- [7] Vukovic, M.; Leifeld, R.; Murrenhoff, H.: STEAM-a hydraulic hybrid architecture for excavators, International Fluid Power Conference, 2016, S. 151
- [8] Bauer, F.; Feld, D.: Increasing energy efficiency of hydraulic hybrid drives by means of a multi-chamber accumulator, International Fluid Power Conference, 2016, S. 117
- [9] Lübbert, J. et al.: Pressure compensator control - a novel independent metering architecture, 10th International Fluid Power Conference - Vol. 1, 2016, Dresden, S. 231-245

- [10] Fischer, E. et al.: Performance of an electro-hydraulic active steering system, 10th International Fluid Power Conference - Vol. 1, 2016, Dresden, S. 375-386
- [11] Schumacher, A.; Rahmfeld, R.; Laffrenzen, H.: High-Performance-Antriebsstränge für leistungsstarke mobile Arbeitsmaschinen. O+P - Ölhydraulik und Pneumatik, Ausgabe 4/2016, S. 74-81
- [12] Mohn, G. et al.: Mit variablen Hydrostaten - Effizienz auch in unteren Leistungsbereichen. 9. Kolloquium Mobilhydraulik 2016, 22./23.09.16, Karlsruhe, S. 63-75
- [13] Schumacher, A. et al.: High Performance Drivetrains for Powerful Mobile Machines, 10th International Fluid Power Conference - Vol. 3, 2016, Dresden, S. 53-67
- [14] Shepherd, P.: Optimised Flow Control for Lubrication and Actuation of Medium and Heavy Duty Transmission Applications, 4. Internationale VDI-Fachkonferenz Getriebe in mobilen Arbeitsmaschinen, 2016, 21./22.06.2016, Friedrichshafen, S. 53-67

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 06.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Neurath, Hagen; Ritters, Kerstin; Roos, Lennart; Vollmer, Thees: Hydraulische Antriebe in Traktoren und Landmaschinen. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64172>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/280.html>

Fahrdynamik - Fahrsicherheit - Fahrerplatz

Jan Krüger, Henning Jürgen Meyer,
Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen, Technische Universität Berlin

Kurzfassung

Assistenten und Zusatzfunktionen, die mit Hilfe zusätzlicher Sensoren oder Aktoren die Fahrdynamik sowie die Fahrsicherheit aber auch die Bedienbarkeit von Traktoren verbessern, stehen in diesem Jahr im Vordergrund. Es ist zu erwarten, dass dieser Trend anhält. Nach wie vor werden Systeme zur Reduktion von Ganzkörpervibrationen untersucht und auch die Verfahren zur Bewertung der Schwingungen zeigen noch Forschungsbedarf.

Schlüsselwörter

Fahrsicherheit, Fahrkomfort, Traktionswirkungsgrad, Fahrerassistenzsysteme

Ride Dynamics - Ride Safety - Driver's Place

Jan Krüger, Henning Jürgen Meyer,
Fachgebiet Konstruktion von Maschinensystemen, Technische Universität Berlin

Abstract

Digital assistants and additional features with new sensors and actuators help to improve the ride dynamics as well as ride safety. They can also improve the usability of tractors for the operator. It can be assumed that this trend will continue. Systems which reduce whole body vibration as well as methods for comfort evaluation are still in the focus of current research

Keywords

Ride safety, driving safety, tractive efficiency, driver assistance systems

Fahrdynamik

Auch die bereits seit vielen Jahrzehnten bekannten Grundlagen der Fahrdynamik von Traktoren und insbesondere ihr Zusammenspiel stehen im Fokus aktueller Untersuchungen. Ziel einer Veröffentlichung von Keen ist es, die Mechanik der Traktion von Traktoren zu untersuchen. Es werden dabei eine Vielzahl von Einflussparametern betrachtet [1]. Dazu gehören die Kräfte am Anbaugerät, die Kraftübertragung zwischen Anbaugerät und Traktor, die Ankupplungspunkte, eine Traktionsvorhersage, die Bestimmung des Traktionswirkungsgrads, der Einfluss von hinterrad- oder allradgetriebenen Traktoren sowie die Feldbefahrungsstrategie. Um den Traktionswirkungsgrad zu maximieren, muss das Zusammenwirken dieser Faktoren mit Hilfe von Modellen nachgebildet werden.

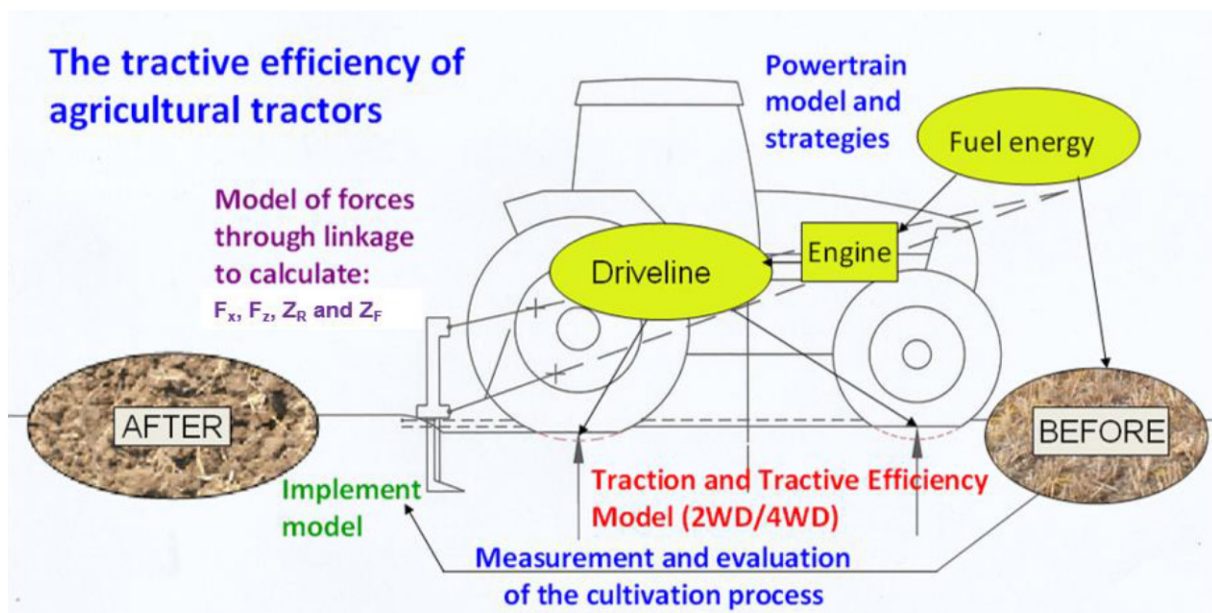


Bild 1: Modelle zur Bestimmung des Traktionswirkungsgrades von Traktoren [1]

Figure 1: Models to determine the tractive efficiency of agricultural tractors [1]

Nach Keen sind dafür die folgenden vier Modelle notwendig (siehe **Bild 1**):

- ein Model, welches die Kinematik sowie die Kräfte der Verbindung zwischen Gerät und Traktor berücksichtigt und die vertikalen sowie die Zugkräfte des Anbaugeräts bestimmt
- ein Vorhersagemodell für die Anbaugerätekräfte, mit welchem aktuelle Bodenparameter geschätzt werden können
- ein Traktionsvorhersage- und Auswertungsmodell, das die aktuelle Traktionssituation bestimmt
- ein Regelungsmodell, das die ersten drei Modelle verbindet und mit Echtzeitmessdaten kombiniert, um die fahrzeugführende Person mit Informationen zu versorgen bzw. automatisch notwendige Einstellungen vorzunehmen, um den Traktionswirkungsgrad zu erhöhen.

Durch neue Ansätze bei der Elektrifizierung bzw. Teilelektrifizierung kann die Fahrdynamik darüber hinaus gezielt angepasst werden. Verschiedene Antriebsstrangkonzzepte von Woonen betrachten besonders die Möglichkeit eines adaptiven Vorderradantriebes für Traktoren durch Leistungssummierung von mechanischer und zusätzlicher elektrischer Leistung [2]. Dies kann entweder vor dem Vorderachsdifferenzial (z.B. statt der Lamellenkupplung durch Einsatz eines Planetengetriebes) oder zwischen Differenzial und Abtrieb erfolgen. Vorteilhaft ist, dass der Vorlauf der Vorderachse bzw. der einzelnen Vorderräder situationsspezifisch angepasst werden kann. Dies ist beispielsweise bei Kurvenfahrten sinnvoll, da hierbei verschiedene Radgeschwindigkeiten nicht nur an kurveninnerem und kurvenäußerem Rad auftreten, sondern auch zwischen Hinter- und Vorderachse, da beide auf verschiedenen Kurvenradien fahren. Es wäre auch denkbar, die Aufgabe des Differenzials durch die Zusatzantriebe zu übernehmen. Weitere Möglichkeiten sind die Schlupfverstellung am Vorderrad zur Traktionserhöhung, die Möglichkeit der Reduktion des Reifenabriebs, ein zusätzliches elektrisches Abbremsen bei gleichzeitiger Rekuperation, z.B. bei Bergabfahrt im Schubbetrieb, die Möglichkeit einer elektrischen Boost-Funktion, die Erhöhung der Fahrstabilität und des Fahrkomforts durch Beeinflussung des Eigenlenkverhaltens sowie eine Minimierung der Schaltschläge bei Zugkraftunterbrechung während des Schaltvorgangs.

Eine Alternative zur Erhöhung der Traktion sind Raupenlaufwerke. Diese können für einige Fahrzeugmodelle auch anstelle der Räder nachgerüstet werden. Morlari et al. vergleichen diese mit einem Fahrzeug, welches über herkömmliche Räder verfügt [3]. Unterschiedliche Einflüsse auf die Traktion sowie die Bodenverdichtung von Raupenlaufwerken werden beleuchtet. Auf einem Lehm-Ton-Boden konnte für die Raupenlaufwerke ein besserer Traktionswirkungsgrad und eine geringere Bodenverdichtung erzielt werden. Der Kraftstoffverbrauch wurde um bis zu 20 % reduziert. Die Fahrdynamik von Raupenlaufwerken wird auch von Cook et al. mit Hilfe eines Simulationsmodells betrachtet [4]. Dabei wird der Einfluss einer auf einem Schlitten gezogenen schweren Last an einem Skid-Steer-Traktor mittels Mehrkörpersimulation nachgebildet. Das Modell erweitert eine bereits vorhandene und berücksichtigt auch die hohen auftretenden Schlupfwerte. Es kann als Grundlage für autonom fahrende Fahrzeuge in abgelegenen Regionen dienen.

Fahrerplatz

Fahrkomfort

Mit der Herausforderung, wie guter Fahrkomfort bewertet werden kann, befasst sich eine Veröffentlichung von Langer et al [5]. Nach aktuellem Stand wird in der Regel die ISO 2631-1 zur Komfortevaluation verwendet [6]. Problematisch ist nach Langer insbesondere die geringe Bewertung von Frequenzen bis 1 Hz. In diesem Bereich liegt die Eigenfrequenz der Nickschwingung einiger Traktoren. Diese Schwingungen sind zwar kaum schädigend und für das direkte menschliche Komfortempfinden weniger relevant, können jedoch zu Bewegungs-krankheit führen. Daher wird ein Komfortkriterium speziell für Nickschwingungen vorgeschlagen. In Anlehnung an die ISO 2631-1 wird ein Effektivwert der Drehbeschleunigung um die Traktorlängsachse bestimmt. Zuvor wird die gemessene Beschleunigung mit einem 5 Hz Tiefpassfilter bewertet. Tests mit einem CLAAS Xerion 5000 mit aktiver Nickschwingungs-

dämpfung wurden auf einem ISO 5008 Smoother Track durchgeführt wobei ein Fahrzeug ohne Anbaugerät um 25 % verbesserte Nickschwingungswerte erzielen kann. Mit Anbaugerät liegen die Verbesserungen sogar bei 32 % wie **Bild 2** zeigt.

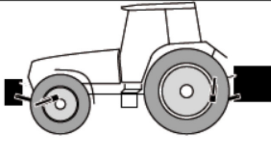
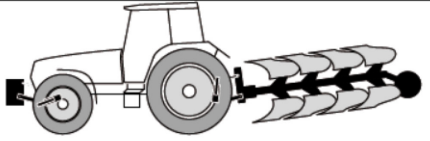
Configuration				
Samples $\dot{\omega}_{RMS,y}$ [rad/s ²]	w/o AD	with AD	w/o AD	with AD
#1	0.386	0.305	0.431	0.289
#2	0.429	0.301	0.416	0.277
#3	0.452	0.295	0.431	0.282
#4	0.392	0.298	0.412	0.284
#5	0.384	0.313	0.418	0.281
Mean	0.409	0.303	0.422	0.283
<i>Reduction</i>		25%		32%

Bild 2: Vergleich von Nickschwingungen mit und ohne aktiver Dämpfung [5]

Figure 2: Comparison of pitching oscillation with and without active damping

Mit Hilfe eines Simulationsmodells untersuchen Sharma et al. das Zusammenspiel von Achs- und Kabinenfederung für ein passiv gefedertes Fahrzeug [7]. Die Ergebnisse zeigen eine Reduktion der Schwingungsbelastung, wenn eine Kabinenfederung zusätzlich zur Achsfederung verwendet wird. Auch Krüger und Meyer betrachten eine Kombination aus Kabinen- und Achsfederung. Zunächst wird der Konflikt zwischen Fahrsicherheit und Fahrkomfort, der auch mit semi-aktiver Skyhook- bzw. Groundhook-Regelung auftritt, aufgezeigt. Ein kombinierter Ansatz, bei dem die Regelung der Kabinenfederung hinsichtlich Fahrkomfort optimiert ist, während die Achsfederung die Radlastschwankungen reduziert, zeigt, dass die Kombination es ermöglicht den Zielkonflikt aufzuheben [8 bis 9].

Auch die Sitzfederung bleibt im Fokus von Forschungs- und Entwicklungsprojekten. Um die Schwingungsbelastung von Radladerfahrern zu senken, welche bedingt durch die ungefederten Achsen und die nahezu ungefederte Kabine besonders hohen Schwingungsbelastungen ausgesetzt sind, definieren Schindler et al. verschiedene typische Einsatzszenarien für Arbeiten mit dem Radlader [10]. Anschließend werden die Schwingungen nach ISO 2631 Blatt 1 sowie ISO 2631 Blatt 5 ermittelt [6]. Hierbei ist auffällig, dass die erste Methode vor allem langsame Fahrten hinsichtlich der zulässigen Expositionszeit als ungünstig bewertet während die zweite Methode eher die Fahrzeiten in Szenarien mit höherer Fahrgeschwindigkeit begrenzt. Zur Schwingungsreduktion wird der Einfluss eines vertikalen Feder-Dämpfer-Systems betrachtet. Damit konnte eine Erhöhung der Expositionszeit bei moderaten Einsatzszenarien zwischen 25 % und 63 % erreicht werden, bei Szenarien mit hoher Schwingungsbelastung sogar um bis zu 90 %. Eine weitere Reduktion kann durch die zusätzliche Federung des Sitzes in horizontaler Richtung erreicht werden. Kim et al. betrachten den Komfort eines Traktorfahrers und vergleichen zwei gefederte Sitze, wobei einer nur in vertikaler Rich-

tung gefedert ist, während der zweite Sitz auch über eine horizontale Federung verfügt [11]. In der Studie mit Probanden auf einer Vibrationsplattform wurde ein Unterschied in der zulässigen Expositionszeit nach Richtlinie 2002/44/EG von etwa einer Stunde festgestellt [12]. Für die Versuche wurde ein aus Feldmessungen gewonnenes Streckenprofil am Prüfstand nachgebildet. Die zulässige Arbeitsdauer lag für die Mehrachsffederung mit 4,1 Stunden und die vertikale Federung mit 3 Stunden insgesamt sehr niedrig. Geregelter Systeme können helfen, die Schwingung weiter zu senken. Im Journal of Terramechanics entwerfen Sim et al einen Regler für eine hydropneumatische Kabinenfederung eines Traktors [13]. Die semi-aktive Kabinenfederung ermöglicht es, verschiedene Maßzahlen zur Bewertung des Komforts deutlich zu reduzieren.

Neben selbst erstellten Profilen wie bei Kim et. al werden vor allem die Streckenprofile der ISO 5008 verwendet, um Ganzkörpervibrationen zu vergleichen [14; 11]. Messungen und Simulationen sind dabei unter anderem auf Grund der Streckenlänge von 35 m bzw. 100 m für den Rougher- sowie den Smoother Track aufwändig. Diesem Problem widmend sich Cutilini et al [15]. Sie haben drei neue kurze Testprofile entwickelt, welche jeweils zur Anregung einer der drei Achsen d.h. in Fahrtrichtung, quer zu Fahrtrichtung und in Richtung der Fahrzeughochachse dienen. **Bild 3** zeigt das Profil für die Anregung der vertikalen Achse.

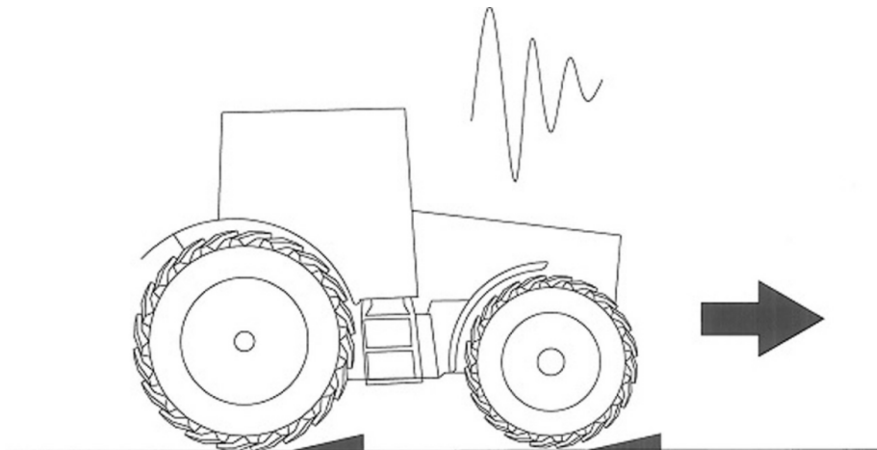


Bild 3: Anregungsprofil zur Schwingungsanregung in vertikaler Richtung [15]

Figure 3: Test track to test comfort parameters in the vertical direction

Dazu wurden Versuche mit drei Traktoren auf den vorgeschlagenen Anregungsprofilen durchgeführt. Die Ergebnisse wurden mit Versuchen auf dem ISO 5008 Smoother Track sowie auf zwei Feldteststrecken (weicher Untergrund sowie verdichteter Untergrund) verglichen. Dabei wurden diese mit unterschiedlichen Fahrgeschwindigkeiten befahren. Die entwickelte Methode soll zukünftig Komfortmessungen auf Basis der neuen Profile ermöglichen, um die objektive Komfortbewertung verschiedener Traktoren zu vereinfachen.

Kabine und Fahrerassistenzfunktionen

Der Kabinengestaltung von Arbeitsmaschinen kommt eine große Bedeutung zu, da die fahrzeugführende Person sich die meiste Zeit im Umgang mit der Maschine dort aufhält. Ziel der Arbeit von Schempp und Böttinger ist es daher, eine Bewertung der Ergonomie der notwen-

digen Bewegungsabläufe nach objektiven Kriterien zu erstellen [16]. In der Vergangenheit wurde dazu häufig auf Fragebögen zurückgegriffen, wobei jedoch durch Vorprägungen und persönliche Präferenzen durch etwaig vorliegende Erfahrungen das Ergebnis verfälscht werden kann. Die Autoren schlagen daher zwei digitale Verfahren als mögliche Prüfmethoden vor. Zum einen wird mit Hilfe einer Microsoft Kinect v2 Kamera ein 3D-Scan durchgeführt, um ein virtuelles Abbild des Kabineninnenraums zu erstellen. Dort kann anschließend eine Analyse der Greifräume durchgeführt werden. Ein alternatives Verfahren soll mit Hilfe von Motion-Capturing die Bewegung von Probanden analysieren. Berechnungen geometrischer Größen, wie z.B. verschiedene Winkel des Arms und anschließender Vergleich mit ergonomisch vorteilhaften Winkeln, kann eine Berechnung von objektiven Kennzahlen zur Bewertung ermöglichen.

Dynamische Ergonomieuntersuchungen stehen im Vordergrund einer Studie von Wirsching et al [17]. Mit Hilfe von digitalen Nachbildungen von Fahrzeug und Person sollen Situationen wie der Einstieg in ein Fahrerhaus modelliert und simuliert werden, um damit auch neue Fahrzeugkonzepte mit verschiedenen Geometrien am Rechner hinsichtlich einer guten Ergonomie zu untersuchen. Auch hier wird der Vorgang zunächst mit Hilfe des Motion-Capturing-Verfahrens erfasst. Anschließend ermöglicht es die Simulation die Körperdimensionen einer virtuellen Person anzupassen, um eine Aussage für verschiedengroße Personen machen zu können.

Fahrsicherheit

Wie auch schon in den vergangenen Jahren stehen Systeme zum Insassenschutz bei Überschlägen (ROPS = Roll Over Protective Structure) sowie deren sensorische Erkennung und Vermeidung im Mittelpunkt verschiedener Forschungsarbeiten. Ayers et al. stellen ein Berechnungsprogramm zur einfachen Auslegung und Zeichnungserstellung von Überrollschutzsystemen vor [18]. Nach Eingabe verschiedener Parameter in einer Tabellenkalkulation können Fertigungszeichnungen automatisch erstellt werden, um einen Traktor mit einem ROPS nachzurüsten. Für einklappbare Überrollschutzsysteme, welche häufig eine hohe Körperkraft zum Auf- und Abbau benötigen, wird ein federkraftunterstütztes System vorgestellt, welches den Vorgang vereinfacht. Dadurch wird die Benutzungshäufigkeit gesteigert und schwere Verletzungen im Überschlagsfall werden vermeiden. Die generellen Bestrebungen den Schwerpunkt eines Fahrzeugs zu senken, um die Überschlagswahrscheinlichkeit zu reduzieren, bewirken ein erhöhtes Risiko eines gefährlichen Mehrfachüberschlags. Deshalb muss für diese Fahrzeuge die Höhe des Überrollschutzes vergrößert werden.

Traktoren sind bedingt durch ihren hohen Schwerpunkt einer erhöhten Gefahr von Überschlägen ausgesetzt. Dies gilt auch für die im PKW-Bereich vermehrt verkauften SUVs. Übliche Testverfahren im Labor zum Überschlagverhalten bestehen in der Regel darin, das Fahrzeug über die Querachse zu ziehen und den Überschlag z.B. durch seitliches Rutschen im Sand oder Bordsteinanprall auszulösen. In der Realität sind Überschläge jedoch häufig die Folge von Ausweichmanövern aus einer Fahrbewegung in Fahrzeuginnenrichtung heraus. Die hierbei auftretenden Einwirkungen auf die Insassen unterscheiden sich stark von den Laborbedingungen. Hong et al. schlagen daher ein Testverfahren vor, welches mit Hilfe

eines Lenkroboters eine wiederholbare lenkungsinitiierte Überschlagsituation für das Fahrzeug auslöst [19]. Ziel ist es, mit den gewonnenen Daten durch Sensoren im Fahrzeug eine Überschlagsituation noch besser zu erkennen. Auch Yin et al untersuchen den Mechanismus des Überschlags [20]. Das von ihnen vorgeschlagene Maß zur Bewertung des Auftretens eines Überschlags berücksichtigt dabei auch Anregungen durch unebenen Untergrund.

An Assistenzsysteme, wie das seit den 1980er Jahren in PKW zunehmend verbreitete Antiblockiersystem (ABS), können bei Einsatz auf unebenem oder losen Untergrund neue Anforderungen gestellt werden. Penny und Els setzen für die Simulation dieses Vorgangs ein FTire Reifenmodell ein, da dieses auch für hohe Frequenzen gute Ergebnisse liefert, die bei ABS-Bremsvorgängen auf unebenem Untergrund auftreten [21]. Dass Bremsvorgänge mit ABS auf unebenem Untergrund problematisch sein können, zeigt ein mit einem Fahrzeug durchgeführter Versuch, bei dem der ABS Aktor deaktiviert war, so dass eine normale Bremsung durchgeführt wurde. Bedingt durch die hohen Radlastschwankungen durch Anregungen vom Untergrund kam es auch ohne ABS zu starken Abweichungen der Rotationsgeschwindigkeit. Dies ist eine Erklärung für die schlechte Regelwirkung von ABS-Bremsen auf unebenem Untergrund.

Mit dem Umbau eines Traktors zur Demonstration verschiedener Funktionen stellt ZF den sogenannten "Innovationstraktor" vor [22]. Dieser verfügt über ein Traktionsmanagement mit elektrisch angetriebener Anhängerachse, welche durch einen Hochvolt-Generator im Getriebe versorgt wird und zur Traktionsverbesserung und Erhöhung der Sicherheit beitragen kann. So wird beispielsweise das Einknicken bei Kurvenfahrt ("Jackknifing") vermieden. Mit Hilfe von Kameras kann das Fahrzeug automatisch Rangieren und Ankoppeln. Es benötigt zur Erkennung des Anhängers bzw. Anbaugerätes aktuell jedoch noch Zieltafeln ("Targets"). Auch eine Personenerkennung ist möglich. Einen ähnlichen Ansatz verfolgt ein von ZF vorgestellter LKW, der zur Minimierung von Unfallrisiken beitragen kann [23]. Der implementierte Ausweichassistent (EMA Evasive Maneuver Assist) prüft in Gefahrensituationen, ob eine vom Fahrer ausgelöste Notbremsung ausreicht, um das Fahrzeug vor einem Hindernis stoppen zu können. Ist dies nicht der Fall, so wird abhängig von einem Lenkimpuls durch den Fahrer das Fahrzeug automatisch links bzw. rechts am Hindernis vorbeigelenkt. Hierbei wird ein Schleudern, Kippen oder eine gefährliche Teilüberdeckung mit dem Hindernis vermieden. Auch ein Autobahnfahrassistent mit Spurerkennung sowie eine abstandsabhängige Geschwindigkeitsregelung mit geplanter Möglichkeit des Platooning als auch ein automatisches Rangieren zur Laderampe am Betriebshof sind in das Demonstrationsfahrzeug integriert. Letzteres erfordert lediglich das Halten eines Knopfes am Smartphone während sich der LKW mit Auflieger selbstständig seinen Weg zur Laderampe sucht. Auch Fußgänger, die den geplanten Weg kreuzen, werden erkannt. Die Arbeit von Blume et al. soll ebenfalls ein automatisches Ankuppeln an ein Anbaugerät ermöglichen [24]. Hierfür wird eine Time-of-Flight Kamera verwendet. Der entwickelte Algorithmus und die Hardware liefern in Gebäuden gute Ergebnisse sind aber momentan auf Grund der Abhängigkeit von Störeinflüssen im Außenbereich nur bedingt für Außenanwendungen geeignet.

Für die auch bei Traktoren zunehmend einsetzende Elektrifizierung sowie Digitalisierung müssen zur Betrachtung der Systemsicherheit auch Fragestellungen bezüglich einer Ausfall-

sicherung sowie datensicherheitstechnische Fragen berücksichtigt werden. Die Vorträge von Lehmann et al. zur Ausfallsicherung von x-by-wire-Systemen sowie von Nagel und Neumann zur "embedded security" zeigen, dass Fehler in diesen Systemen sich durch die direkte Verbindung zu Antriebskomponenten unmittelbar auf die Fahrsicherheit auswirken können [25; 26].

Zusammenfassung

Bei Traktoren nehmen Assistenzfunktionen stetig zu, die durch zusätzliche Sensoren sowie der Verbindung vorhandener Sensorsignale realisiert werden können. Wichtig ist es hierbei, die Sicherheit dieser Systeme nicht aus dem Auge zu verlieren. Dennoch haben grundlegende Untersuchungen der bereits seit vielen Jahrzehnten bekannten Zusammenhänge keines Falls an Bedeutung verloren, wie beispielsweise die Bestimmung des Radschlupfes sowie des Traktionswirkungsgrades. Sie werden im Gegenteil in Anbetracht der neuen Möglichkeiten, wie einer zusätzlich angetriebenen und regelbaren Anhängerachse oder der Zusatzaufbringung von Antriebsmomenten an einzelnen Rädern weiter im Detail erforscht, um sie nutzbar zu machen. Auch wenn die digitalen Systeme z.B. durch bessere Erkennung einer Überschlagsituation zukünftig helfen können, diese zu vermeiden, kann auf passive Sicherheitssysteme wie ROPS nicht verzichtet werden und auch diese können noch Detailverbesserungen erfahren.

Literatur

- [1] Keen, A.: The Efficiency of Agricultural Tractors Carrying out Field Cultivations. 8th Americas Regional Conference of the International Society for Terrain-Vehicle Systems 12. - 14. Sept. 2016 Detroit, Michigan. In: Conference Proceedings 8th Americas Regional Conference of the ISTVS (2016) 2016.
- [2] Woopen, T.: Antriebsstrangkonzeppte zur Realisierung eines adaptiven Vorderradantriebes für Traktoren mittlerer Leistungsklassen. LAND. TECHNIK 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: VDI-Berichte 2273 (2016). S. 91–97. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [3] Molari, G.; Mattetti, M. und Walker, M.: Field performance of an agricultural tractor fitted with rubber tracks on a low trafficable soil, Journal of Agricultural Engineering 46 (2015) H. 4. S. 162.
- [4] Cook, J. T.; Ray, L. E. und Lever James H.: Multi-body dynamics model of an agricultural, tracked skid steered vehicle towing a heavy, passive load. 8th Americas Regional Conference of the International Society for Terrain-Vehicle Systems 12. - 14. Sept. 2016 Detroit, Michigan. In: Conference Proceedings 8th Americas Regional Conference of the ISTVS (2016) 2016.
- [5] Langer, T. H.; Holm-Petersen, K. und Metker, D.: Comfort Evaluation Criteria for Pitching Vibration Damping of Agricultural Tractors. LAND. TECHNIK 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: VDI-Berichte 2273 (2016). S. 437–444. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [6] International Organization for Standardization: Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration 13.160 (1.5.1997) H. 2631.

- [7] Sharma, S. K.; Pare, V.; Chouksey, M. und Rawal, B. R.: Numerical Studies Using Full Car Model for Combined Primary and Cabin Suspension, *Procedia Technology* 23 (2016). S. 171–178.
- [8] Krüger, J. und Meyer, H. J.: Semi-aktive kombinierte Regelung der Kabinen- und Achsfederung eines vollgefederten Traktors. *LAND. TECHNIK* 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: *VDI-Berichte* 2273 (2016). S. 445–452. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [9] Krüger, J.: Kombinierte Regelung semi-aktiver Kabinen- und Aufbaufederungen zur Verbesserung von Komfort und Fahrsicherheit mobiler Arbeitsmaschinen. 1. Auflage. Aachen: Shaker 2016.
- [10] Schindler, C.; Zhao, X. und Bach, P.: Verringerung der Schwingungsbelastung von Radladerfahrern, *ATZ offhighway Sonderausgabe* (2016). S. 22–29.
- [11] Kim, J. H.; Dennerlein, J. T. und Johnson, P. W.: The Comparisons of Whole Body Vibration Exposures and Supporting Musculature Loading between Single- and Multi-axial Suspension Seats during Agricultural Tractor Operation, *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 60 (2016) H. 1. S. 923–927.
- [12] Richtlinie 2002/44/EG des Europäischen Parlaments und Rates vom 25. Juni 2002 über Mindestvorschriften zum Schutz von Sicherheit und Gesundheit der Arbeitnehmer vor der Gefährdung durch physikalische Einwirkungen (Vibrationen) (16. Einzelrichtlinie im Sinne des Artikels 16 Absatz 1 der Richtlinie 89/391/EWG). In: *Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften* (6.7.2002). L 177/13.
- [13] Sim, K.; Lee, H.; Yoon, J. W.; Choi, C. und Hwang, S.-H.: Effectiveness evaluation of hydro-pneumatic and semi-active cab suspension for the improvement of ride comfort of agricultural tractors, *Journal of Terramechanics* 69 (2017). S. 23–32.
- [14] International Organization for Standardization: Agricultural wheeled tractors and field machinery - Measurement of whole-body vibration of the operator 65.060.01; 13.160 (2002) H. 5008.
- [15] Cutini, M.; Costa, C. und Bisaglia, C.: Development of a simplified method for evaluating agricultural tractor's operator whole body vibration, *Journal of Terramechanics* 63 (2016). S. 23–32.
- [16] Schempp, T. und Böttinger, S.: Digitale Methode zur Analyse und Bewertung von Greifräumen in Fahrer кабинен. *LAND. TECHNIK* 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: *VDI-Berichte* 2273 (2016). S. 13–24. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [17] Wirsching, H.-J.; Stechow, R. und Enderlein, V.: Optimierung dynamischer Bedienvorgänge im Lkw durch Menschmodelle, *Automobiltechnische Zeitschrift* 118 (2016) H. 3. S. 38–42.
- [18] Ayers, P.; Khorsandi, F.; Wang, X. und Araujo, G.: ROPS Designs to Protect Operators During Tractor Rollovers.
- [19] Hong, S.-H.; Park, H.-W.; Kim, S.-S. und Warzytowa, A.: Testverfahren für lenkungsinitiierte Fahrzeugüberschläge, *Automobiltechnische Zeitschrift* 118 (2016) H. 4. S. 36–40.

- [20] Yin, Y.; Rakheja, S. und Boileau, P.-E.: A roll stability performance measure for off-road vehicles, *Journal of Terramechanics* 64 (2016). S. 58–68.
- [21] Penny, W. C. W. und Els, P. S.: The test and simulation of ABS on rough, non-deformable terrains, *Journal of Terramechanics* 67 (2016). S. 1–10.
- [22] Gumpoltsberger, G.; Weinmann, O.; Götz, M. und Randler, M.: ZF Innovationstraktor 2016: Optimale Effizienz durch Traktionsmanagement und Fahrerassistenz. *LAND. TECHNIK* 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: *VDI-Berichte* 2273 (2016). S. 83–89. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [23] Speck, F.-D.; Tenbrock, F.; Gohl, S. und van Rooij, L.: Minimierung der Unfallrisiken mit Lkw-Assistenzsystemen, *Automobiltechnische Zeitschrift* 118 (2016) H. 11. S. 42–47.
- [24] Blume, T.; Stasewitsch, I.; Schattenberg, J. und Frerichs, L.: Automated tractor/implement coupling based on a backward-looking 3D-Time-of-Flight Camera. *Machine Guidance and Control* 5. u. 6. Okt 2016 Vichy, Frankreich. In: *Conference Proceedings MCG* (2016) 2016.
- [25] Lehmann, P.; Moraes Boos, F. de und Tarasinski, N.: Fail-safe power supply for x-by-wire systems in ag and construction machines. *LAND. TECHNIK* 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: *VDI-Berichte* 2273 (2016). S. 117–126. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.
- [26] Nagel, S. und Neumann, A.: Embedded Security in agricultural machines. *LAND. TECHNIK* 2016 22./23. Nov. 2016 Köln. In: *VDI-Berichte* 2273 (2016). S. 153–158. Düsseldorf: VDI-Verlag 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Krüger, Jan; Meyer, Henning J.: Fahrdynamik - Fahrsicherheit - Fahrerplatz. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2016*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64173>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/281.html>

Bodenbearbeitungstechnik

Thomas Herlitzius, André Grosa und Tim Bögel
Institut für Naturstofftechnik (INT), TU Dresden

Kurzfassung

Der Bereich Bodenbearbeitungstechnik verzeichnet weiterhin stagnierende Umsätze bei den Herstellern aber auch im Handel. Schwerpunkte bei der Geräte- und Maschinenentwicklung liegen aktuell im Bereich Strip Till Technik, dem Bewuchs- und Ernterestmanagement, insbesondere bei konservierender Bodenbearbeitung sowie der besseren Einstell- und Handhabbarkeit der Systeme im Feldeinsatz. Das Messen, Auswerten und Aufbereiten von Boden- und Bewuchsparametern ist weiterhin ein Forschungsschwerpunkt wissenschaftlicher Arbeiten.

Schlüsselwörter

Bodenbearbeitung, Strip Till, Bodenbearbeitungstechnik

Cultivation technology

Thomas Herlitzius, André Grosa and Tim Bögel
Institut für Naturstofftechnik (INT), TU Dresden

Abstract

The soil tillage machinery industry still suffers from stagnating sales. Main focus currently for the machinery and implement development are strip till technology and crop residual management, especially for preserving soil tillage operations, as well as improvements in adjustability and handling of the implements during operation. Evaluating, analyzing and processing of soil and biomass parameters are staying the subjects of scientific projects.

Keywords

tillage, strip-till systems, tillage tools

Allgemeine Entwicklung

Der gesamte Landtechnikmarkt stagniert weiterhin seit 2014 weltweit und verzeichnet seitdem Umsatzrückgänge. Diese Stagnation setzte sich auch 2016 fort. Weniger als 1/3 der Landwirte wollten im 2. Halbjahr 2016 Investitionen in Maschinen und Geräte tätigen. Noch vor 4 Jahren planten über 40 % der Landwirte Investitionen in diesem Bereich [1]. Nach Einschätzung des VDMA - Landtechnik wollen die Firmen dieser aktuellen Situation mit Forschung und technischen Innovationen begegnen [2].

Seit mehreren Jahren ist die Übernahme von Bodenbearbeitungs- und Bestelltechnikherstellern von international agierenden, großen Konzernen zu beobachten. Ziel ist der Markenausbau zu sogenannten 'Full Linern'. So übernahm das traditionsreiche japanische Unternehmen Kubota im Jahr 2012 Kverneland und 2016 Great Plains Agriculture. Damit wird nun neben Traktoren auch der komplette Bereich der Boden-, Saatbettbereitung, Aussaat, Pflanzenschutz und Düngung angeboten [3]. Im Herbst 2016 meldete die CNH Industrial N.V. den Kauf der Bodenbearbeitungs- und Grünlandsparten des dänischen Unternehmens Kongskilde, u. a. mit der Marke Överum [4]. Die Transaktion muss noch von den Genehmigungsbehörden bestätigt werden. Im September 2016 wurde der Verkauf der insolventen Vogel & Noot Landmaschinen GmbH & Co. KG (Österreich) bekannt gegeben. Die Amazone-Gruppe sicherte sich dabei die Rechte am Pflugprogramm sowie den Standort für die Pflugproduktion in Nordwestungarn.

Konservierende Bodenbearbeitung

Stagnation bei reduzierter Bodenbearbeitung

Nach der Etablierung und zunehmenden Verbreitung konservierender Bodenbearbeitungsverfahren seit über zehn Jahren wird aktuell eine Stagnation festgestellt. Der Pflug wird situationsbezogen wieder vermehrt eingesetzt. Der Einsatz von Glyphosat und anderen, für konservierende Bestellsysteme besonders wichtigen Pflanzenschutzmitteln, wird aktuell diskutiert. Verschiedene Studien und Befragungen von Landwirten zeigen dies [6; 7]. Entscheidungsgrundlagen der Landwirte für Wahl des Bodenbearbeitungssystems sind u. a.:

- die zur Verfügung stehende Zeiträume für die Arbeitserledigung,
- die maschinelle und personelle Ausstattung (Betriebsgröße),
- Restriktionen nach dem Bodenschutzgesetz (z. B. Erosionsschutz),
- die aktuelle phytosanitäre Situation auf der Fläche.

So belegen jährliche Befragungen von jeweils über 1000 bis zu 3000 Landwirten durch Mitarbeiter der Kleffmann Group [5] eine deutliche Zunahme pflugloser Bestellsysteme im Zeitraum 2006 bis 2013. Seit 2014 ist nun eine leicht rückläufige Tendenz, insbesondere zu Wintergetreide und Winterraps festzustellen. Der Anteil konservierender Bodenbearbeitung (Mulchsaat) für die Erntesaison 2016 lag bei 54 % (Winterraps), 48 % (Wintergetreide, **Bild 1**) und 35 % (Mais). Dabei ist jedoch für Deutschland ein starker Einfluss der Betriebsgröße festzustellen. Die größeren Betriebe Ostdeutschlands setzten mit 61 % auf eine

vereinfachte Bodenbearbeitung ohne Pflug (Pflugeinsatz auf 39 % der Flächen). In Westdeutschland nutzten 64 % der Landwirte konsequent den Pflug (konservierende Bodenbearbeitung 36 %). Bei kleineren Betrieben < 100 ha liegt der Mulchsaatanteil je nach Kultur nur zwischen 27 und 33 % [6]. Die Möglichkeit, mit konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren durch die Reduktion der Arbeitsschritte eine deutliche Kosteneinsparung zu erzielen, gelingt vor allem bei größeren Betriebsstrukturen.



Bild 1: konservierende Bodenbearbeitung in erosionsgefährdetem Lößhügelland nach Körnermais zu Weizen (Foto: TU Dresden)

Figure 1: Preserving soil tillage operation in erosion risk areas in corn residuals for preparing wheat seeding (Photo: TU Dresden)

Strip Till Bodenbearbeitungssysteme

Immer mehr Hersteller bieten Systemlösungen für die streifenförmige Bodenbearbeitung. Zunächst konnte sich diese Technologie aus Gründen der Funktionssicherheit auf leichteren Standorten etablieren. Folgende Tendenzen kennzeichnen die technischen Entwicklungen bei Maschinen zur Strip Till Technik:

- die Möglichkeit zur Applikation flüssiger Wirtschaftsdünger,
- variabel einstellbare Lockerungstiefen (15 bis max. 35 cm),
- die Kombination mit der definierten Anlage mehrerer Düngerdepots sowie
- mögliche verringerte Reihenabstände für Getreide und Raps.

Aktuelle Werkzeugkombinationen ermöglichen mit aufgelösten Bauweisen und optimierten Scharformen auch zunehmend ein verstopfungsfreies Arbeiten auf mittleren Böden mit höheren Lehm- / Tonanteilen. Hier ist neben der Funktionssicherheit eine weitere technische Herausforderung die effektive Rückverdichtung des gelockerten Streifens vor der Aussaat. Diese gelingt auf lehmigen Böden noch nicht immer zufriedenstellend. Als Vorreiter bei technischen Entwicklungen für diese schwereren Bedingungen bietet die Fa. Claydon mit der patentierten

Frontzinkentechnologie ein flach arbeitendes Federzinkensystem mit optional gleichzeitiger Aussaat [7]. Jedoch haben sich bisher vor allem zweiphasige Arbeitsweisen, d. h. Streifenlockerung mit Düngerapplikation sowie die nachfolgende Aussaat im zeitlichen Abstand weit verbreitet. Die Zeitfenster, insbesondere für eine Mais- oder Rapsbestellung sind sehr kurz. Aus diesem Grund greift der Landwirt insbesondere bei der kombinierten Gülleausbringung oft auf überbetriebliche Arbeitserledigung / Lohndienstleistungen zurück. Lohnunternehmen sind dann besser in der Lage, moderne Technik einzusetzen und auszulasten.

Aktuell bieten mehr als 20 Hersteller Streifenbearbeitungsgeräte an. Mehr als die Hälfte der Systeme sind für die Applikation von flüssigen Wirtschaftsdüngern vorbereitet [8]. Weitere acht Firmen bieten Strip Till Technik mit engeren Streifenabständen von 30/ 40 cm mit denen eine Raps- und Getreideaussaat in Doppelreihe möglich wird. Um die relativ großen Volumina flüssiger Wirtschaftsdünger im Boden applizieren zu können, werden verschiedene Scharsysteme eingesetzt. Die Firmen Wienhoff (MultiStuf) oder auch Vogelsang (XTill Vario) realisieren eine flache und eine tiefere Ablage in zwei Depots (**Bild 2**) [9]. Volmer Engineering erzeugt mit einem parabelförmigen Zinken (Strip Till CULEX) einen gekrümmten, größeren Hohlraum [10].



Bild 2: Vogelsang XTill Vario Crop Streifenbearbeitungssystem mit engem Reihenabstand und doppelter Depotablage für flüssige Wirtschaftsdünger (Foto: Werkbild Vogelsang), [9]

Figure 2: Vogelsang XTill Vario Crop strip tillage system for narrow row distance and double depot injection of liquid fertilizer (Photo: Vogelsang), [9]

Für besondere Anforderungen hinsichtlich Saatbettqualität erhöhen angetriebene Krümler- / Fräswerkzeuge den Feinerdeanteil im Saathorizont (Bärtschi). Damit gelingt auch in vitalen Grünbeständen mit stark durchwurzeltem Oberboden (z. B. Klee grasbestände) die Herstellung eines guten Saatbettes in einer Überfahrt [11]. Weiterhin gibt es Konzepte, die Strip Till Geräte auch als Hackmaschine zu nutzen (Lagrot).

Alle zweiphasig arbeitenden Systeme erfordern eine GPS Steuerung bei der Feldüberfahrt damit bei der Aussaat die vorgelockerten Reihen hinreichend genau getroffen werden können.

Technik für die Stoppel- und Grundbodenbearbeitung

Die DLG hat im März 2016 im Rahmen des Praxis Monitors 274 Landwirte im Rahmen einer Umfrage nach ihrem Technikbestand und zum bevorzugten Technikeinsatz bei der Bodenbearbeitung befragt [12]. Die durchschnittliche Betriebsgröße der befragten Landwirte lag bei 244 ha. Die Studie erbrachte einen Überblick über in den Betrieben vorgehaltene sowie eingesetzte Technik, aber auch zu wichtigen Kriterien bei einer Kaufentscheidung. Dabei gaben lediglich 12,1 % der Betriebe an, keinen Pflug zu besitzen. Diese sind oft Anbau-Wendepflüge mit variabler Schnittbreite und durchschnittlich 4 - 5 Scharen (Arbeitsbreite von 2 m). Der Pflugeinsatz erfolgt nach Angaben der Landwirte nicht konsequent in allen Bodenbearbeitungssystemen, sondern vielmehr situationsbezogen nach feldhygienischen oder bestellspezifischen Erfordernissen. Eine Kaufentscheidung wird nach aktuellem Bedarf getroffen. Beim Kauf von Bodenbearbeitungstechnik herrscht eine geringe Markenbindung vor. Funktionale Eigenschaften die z. B. bei einer Vorführung oder einem Feldtag gezeigt wurden, führen zum Kaufentschluss [12]. Als funktionale Kriterien nennen Landwirte zunächst eine optimale Arbeitsweise für ihre konkreten Bedingungen aber auch Stabilität, Verschleißresistenz und leichte, unkomplizierte Einstellbarkeit.

Flache Bodenbearbeitung, Stoppelbearbeitung

In den letzten Jahren wurden vielfach Konzepte für die sehr flache Bodenbearbeitung unmittelbar nach der Ernte, und damit auch das Ernterestmanagement vorgestellt. Die organische Ernterestaufflage soll besser verteilt und dabei mit Boden vermengt (biologisch aktiviert) werden. Zudem sollen Ausfallgetreide- und Unkrautsamen äußerst flach in den Boden eingearbeitet werden. Traditionelle Grubber- oder Scheibeneggen mit starren oder sehr steifen, unnachgiebigen Werkzeuanlenkungen genügen hier den Anforderungen meist nicht, sie arbeiten örtlich oder insgesamt (bei leichten Böden) zu tief. Geräte mit federnden Werkzeugen und geringen spezifischen Gewichten < 400 kg/m verhindern hier ein zu tiefes Arbeiten der Werkzeuge. Mehrere Hersteller bieten für diese Zielstellung schwere Strohstriegel oder leichte Federzinkengrubber. Die Striegel haben große Zinkendurchmesser von 14 oder 16 mm und enge Strichabstände von 5 - 10 cm. Kombinationen mit vorlaufenden Messerwalzen zur Ernterestzerkleinerung (**Bild 3**, Wallner Straw Master), [14] oder nachlaufenden Walzen für die Rückverfestigung zur besseren Keimung der Unkrautsamen [15] wurden vorgestellt. Die Anstellwinkel der Federzinken können meist hydraulisch verstellt werden.

Auch Spatenrollensysteme mit flach, stechender Arbeitsweise zur optimalen Einmischung und Bodenbelüftung wurden vorgestellt (Claydon TerraStar) [7].

Die leichten Baureihen der traditionellen Grubber und Kurzscheibeneggen decken weiterhin die Anforderungen auf mittleren Böden und normalen Bedingungen ab. Bei Scheibeneggen sind mittlerweile Kurzscheibeneggen mit > 80 % gegenüber der traditionellen X- oder V-Form weit verbreitet [12].



Bild 3: Wallner Straw-Master, schwerer Strohstriegel mit vorlaufender Messerwalze [8]

Figure 3: Wallner Straw-Master, heavy straw spring-tooth drag harrow with pre-running knife roller [8]

Grundbodenbearbeitung

Für die schweren Einsatzbedingungen der nicht wendenden, tiefen Grundbodenbearbeitung bis 30 cm ergänzten in den letzten Jahren viele Hersteller ihre Programme um schwere Grubberbaureihen für tiefe Arbeit und überarbeiten diese permanent (z. B. Lemken Karat 12). Schar-Schnellwechseleinrichtungen, verschleißresistente Schmalschare, selbst rückstellende Überlastsicherungssysteme mit Rückstellkräften > 5 kN sowie optionale Traktionsverstärker in der Zugvorrichtung kennzeichnen diese Geräte. Nach Umfragen [12] werden heute in Grubbern sehr häufig Schmalschare (46 %) und für flacheres Arbeiten Flügelschare (56 %) eingesetzt. Oft wird in der Praxis beim Wechsel zwischen krummentiefer und flacher Arbeit die Scharform trotz Schnellwechseleinrichtung nicht konsequent getauscht. Das Vorhandensein von Scharschnellwechseleinrichtungen bei Grubbern gab die DLG Umfrage [12] mit lediglich 18,7 % an.

Der Pflug wird situationsbezogen wieder zunehmend eingesetzt [15]. Um den Kraftstoffbedarf bei der Pflugarbeit zu senken ist eine optimale Pflugeinstellung notwendig. Hier bieten die Hersteller Einstellhilfen. Lemken stellte dazu eine interaktive Simulation zur optimalen Zuglinieneinstellung vor (<https://lemken.com/de/lemken-aktuell/e-learning>) [16]. Weiterhin wird versucht, mit elektronischer (ISOBUS-) Einstellung und automatisierter Steuerung den Pflug frei von Seitenkräften zu führen. Letzteres erreicht bspw. Lemken in der Diamant Baureihe mit dem OptiLine Einstellsystem. Mit einem zusätzlichen, druckgesteuerten Hydraulizylinder am Dreipunktturm wird, je nach Seitenkraft ein zusätzliches Drehmoment um die Hochachse in den Traktor geleitet, was die Seitenkraft kompensiert. Untersuchungen des Herstellers zeigten Kraftstoffeinsparungen bis zu 10 % mit diesem System [16].

Automation und Bodensensorik

Neben zunehmenden Entwicklungen zur effizienteren Maschinensteuerung für Bodenbearbeitungsgeräte, müssen die Methoden zur Arbeitsergebnisbestimmung dieser Maschinen ebenfalls verbessert werden. Gerade für die nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens im pfluglosen Anbau spielt die Bodenbedeckung mit lebender und toter organischer Masse eine wichtige Rolle. Die Vorteile des Schutzes des Bodens vor Wind- und Wassererosion bzw. die Zuführung von Nährstoffen in Boden durch Pflanzen bzw. Pflanzenreste ist weithin bekannt. Ein wichtiges Qualitätsmerkmal für den Maschineneinsatz in diesen Einsatzfällen ist die von Pflanzenmaterial bedeckte Bodenoberfläche. Herkömmliche Messmethoden wie das manuelle Auswerten mittels Schnur (siehe Winnige et al. [17]) oder durch Schätzung mittels Beispielfotos (siehe FAL Fächer) sind zeitintensiv und fehlerbehaftet. Eine effektivere Methode zur Bodenbedeckungsbestimmung wurde vom Josephinum Research (Wieselburg, Österreich) [18] auf der VDI Landtechnik Tagung vorgestellt. Das Ergebnis des öffentlich geförderten Projektes ist eine automatisierte Fotoauswertung des Bodenbedeckungszustandes (**Bild 6**). Dabei können die Aufnahmen des Bodens mit handelsüblichen Smartphones direkt per App an den Server zur Auswertung übertragen werden, um unmittelbar vor Ort Aussagen über den Bedeckungsgrad treffen zu können. Die Berechnungsmethode unterscheidet zwischen toter & lebender Pflanzenmasse, anorganischen Teilen sowie Boden. Die vorgestellte Lösung kann eine zielgerichtete Einstellung von Maschinen zur Erzeugung von Mindestbedeckungen stark vereinfachen und damit einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigen Bodenbewirtschaftung leisten.

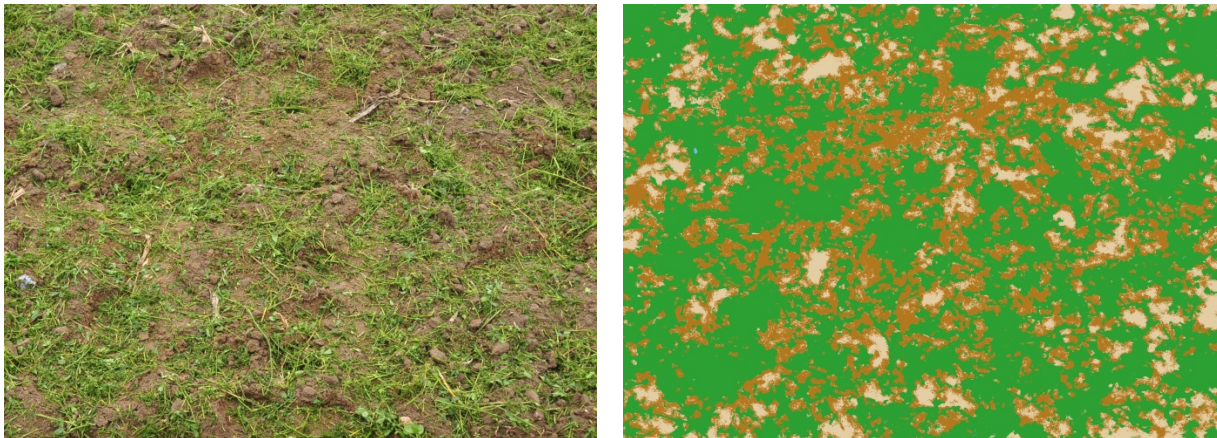


Bild 6: Bodenbedeckungsbeispiel mit dazugehörigem Auswerteergebnis [18]

Figure 6: Example for soil coverage with crop residuals and associated analysis result [18]

Literatur

- [1] -, -: DBV Konjunkturbarometer. Eilbote Nr. 4/ 2017.
- [2] VDMA Landtechnik: Industrie setzt auf Wachstum durch Forschung und Innovation. Eilbote Nr. 50/ 2016.
- [3] -, -: Wer hat ALLES im Programm?. Top Agrar Nr. 10/2016, S. 88f.

- [4] -, -: Dänische Kongskilde Agriculture übernommen. Eilbote Nr. 44/ 2016.
- [5] -, -: URL - <https://www.kleffmann.com/de/agrarsektoren> - Zugriff am: 23. 02. 2017.
- [6] -, -: Mulchsaattechnik - Vormarsch ist ins Stocken geraten. Eilbote Nr. 4/ 2017, S. 18f.
- [7] -, -: URL - <http://de.claydondrills.com/system> - Zugriff am: 23. 02. 2017.
- [8] -, -: Streifenbearbeitung: Marktübersicht und Trends. LOP 4/2016, S. 36-43.
- [9] -, -: URL - <http://www.vogelsang.info/de/produkte/strip-till/xtill-variocrop> - Zugriff am 23. 02. 2017.
- [10] -, -: URL - <http://www.volmer-engineering.de/strip-till-culex/> - Zugriff am 23. 02. 2017.
- [11] -, -: URL - <http://www.baertschi.com/de/oekosem> - Zugriff am 23. 02. 2017.
- [12] Schuchmann, G. und Hörner, R.: Boden gut machen, DLG - Umfrage bei Toplandwirten, Eilbote Nr. 21/ 2016, S. 10 – 14.
- [13] -, -: URL - <http://www.wallner-maschinen.de> - Zugriff am 23.02.2017.
- [14] -, -: Schwerstriegel mit Messerwalze, LOP 9,10/ 2016, S. 54.
- [15] -, -: Leistungsfähig und kostengünstig pflügen. 14. Landtechnische Vortragstagung / Fachgespräch; 7. 12.2016, Dezember 2016; LLG Sachsen Anhalt, Bernburg.
- [16] Baumgärtner, P.: Mehr Zugleistung, größere Arbeitsbreiten – wie bleibt das Pflügen noch optimierbar?. Vortrag, 14. LLG Tagung, 7.12.2016, Bernburg.
- [17] Winnige, B.; Corzelius, U. und Frielinghaus, M. (1998): Indikation der aktuellen Erosionsgefährdung mit Hilfe der Bodenbedeckung. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkdl. Gesellsch. 88: 569-572.
- [18] Prankl, J.; Riegler-Nurschler, P. und Bauer, T. (2016): Bildanalyse zur Ermittlung des Bodenbedeckungsgrades mit lebender und toter organischer Masse. VDI Landtechnik Tagung, VDI-Berichte Nr. 2273.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation**

Herlitzius, Thomas; Grosa, André; Bögel, Tim: Bodenbearbeitungstechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64174>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/308.html>

Sätechnik

Till Meinel,
Institut für Bau- und Landmaschinentechnik Köln, Technische Hochschule Köln

Kurzfassung

Leistungsfähige und kostengünstige Elektronik kommt zunehmend auch im unteren und mittleren Preissegment der Sätechnik zum Einsatz. Mechanische Drillmaschinen behalten ihre Bedeutung im Markt und werden hinsichtlich Arbeitsqualität, Bedienkomfort und Sicherheit weiter optimiert. Die Getreidevereinzelnung bei Drillmaschinen ist serienmäßig verfügbar. Die Einzelkornsaat von Mais bis 20 km/h ist mit sehr guten Standgenauigkeiten möglich. Neue Regelsysteme verbessern die Saatguteinbettung bei der Einzelkornsaat. Forschungsergebnisse betreffen Korntransport und -vereinzelnung sowie Auswirkungen pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag beim Maisanbau.

Schlüsselwörter

Drillsaat, Einzelkornsaat, Dosiergerät, Kornerkennung

Seeding Technology

Till Meinel,
Cologne Institute of Construction Machinery and Agricultural Engineering,
TH Köln - University of Applied Sciences

Abstract

Powerful and cost-effective electronics are increasingly being used in the lower and middle price segment of seeding technology. Mechanical drills retain their importance in the market and are further optimized with regard to working quality, operating comfort and safety. A singulation system for grain seeds is now available as standard. The precision planting of maize up to 20 km/h is possible with very good planting accuracy. New control systems improve the seed embedding in precision sowing. Research results concern grain transport and separation as well as effects of cultivation parameters on the yield in maize cultivation.

Keywords

Drilling, precision sowing, metering device, seed detection

Einleitung

Neue Entwicklungen in der Sätechnik betreffen vor allem Detailverbesserungen, aber auch komplette Maschinen mit dem Fokus auf eine verbesserte Ablage- und Einbettungsqualität und erhöhten Fahrerkomfort. Leistungsfähige und kostengünstige Elektronik wird zunehmend Standard, auch bei mechanischen Drillmaschinen mit geringen Arbeitsbreiten. Einzelkornsämaschinen erreichen sehr gute Standgenauigkeiten bei Arbeitsgeschwindigkeiten bis 20 km/h und werden mit intelligenten Systemen zur Optimierung der Saateinbettung ausgestattet. Wissenschaftliche Arbeiten konzentrieren sich auf die Untersuchung klimatischer und pflanzenbaulicher Einflüsse auf die Ertragsbildung von Mais sowie die Prozessoptimierung bei Transport und Vereinzelung der Körner.

Drillsaat

Neue mechanische Drillmaschinen von Amazone weisen Elemente für verbesserte Arbeitsqualität und Bedienerfreundlichkeit auf. Alle Einstellungen außer der Umstellung von Normal- auf Feinsaat erfolgen zentral am "SmartCenter" auf der linken Maschinenseite, **Bild 1**. Amazone übernimmt hierfür die bewährte Bedienphilosophie der Pflanzenschutzmaschinen.



Bild 1: Einstellzentrum der Cataya- Drillmaschine. 1...Bodenklappe; 2...Kalibrierklappe; 3...Kalibrier-taster; 4...Kalibriermulden; 5...Schardruckverstellung; 6...Ablagetiefe [1].

Figure 1: Calibration Center at Cataya seed drills 1...Bottom flap; 2...Calibration flap; 3...Calibration button; 4...Calibration bins; 5...Coulter pressure adjustment; 6...Seeding depth [1].

Die in den Tank integrierten Dosiersysteme besitzen Auslauftrichter an jeder Säreihe, um die Saatgutrestmenge zu verringern. Die Umstellung von Normal- auf Feinsaat erfolgt mit Schließschiebern, sodass ein manuelles Abschalten einzelner Säräder entfällt. Ergänzt man den serienmäßigen elektrischen Dosierantrieb durch einen zweiten Antriebsmotor, verfügt die Maschine über eine Halbseitenabschaltung. Diese ist aus der Traktorkabine schaltbar und realisiert Teilbreiten ab 1,5 m. Neu ist ein Wassertank mit Seifenspender zum Händewaschen auf dem Feld, z.B. nach dem Umgang mit gebeiztem Saatgut.

Dem derzeitigen Markttrend folgend bietet Amazone neue Doppelscheibensäschare mit maximalem Schardrücken von 60 und 100 kg an. Beide Scharotypen ermöglichen die weitgehend unabhängige Einstellung von Sätiefe und Schardruck und halten den Schardruck auch in kupiertem Gelände konstant. Alle Walzen für angebaute Säkombinationen sind mit Durchmessern bis 60 cm verfügbar [2].

Horsch stellt neue Anbausäkombinationen mit passiver oder aktiver Saatbettbereitung vor. Mit der Express KR hat Horsch jetzt auch eine Dreipunktmaschine mit aktiver Bodenbearbeitung durch eine Kreiselegge im Programm. Bei dieser Maschine ist das Kornvereinzlungssystem mit dem Dosiergerät nach Funck [3] serienmäßig verfügbar, **Bild 2**. Die Maschine ist in Arbeitsbreiten von 3 bis 4 m erhältlich und kann mit groß dimensionierter Zahnpackerwalze (Durchmesser 640 mm) ausgerüstet werden. [4]



Bild 2: Express 3KR mit Dosierer zur Getreidevereinzlung nach Funck.
Figure 2: Express 3KR with Funck-device for singulation of grain seeds.

Die Express TD ist für hohe Arbeitsgeschwindigkeiten bis 20 km/h konzipiert und weist ein Scheibensystem zur Saatbettbereitung und Einebnung auf. Die Baugruppe stammt aus der aufgesattelten Pronto und ist mit stark gewölbten gezackten Scheiben mit geringem Durchmesser ausgerüstet. Damit erzielt man einen sicheren Antrieb der Scheiben und einen guten Mischeffekt. Zur Lockerung und Einebnung der Schlepperspuren können die hier arbeitenden Scheiben separat tiefer gestellt werden.

Kverneland entwickelte für aufgesattelte Säkombinationen das System GEOLift zum unabhängigen Ausheben/Absenken der Werkzeugsektionen Packerwalze, Scheibenegge und Säscharre am Vorgewende. GPS-gesteuert sorgt diese Technik für das exakte Anschlussfahren auch auf unregelmäßig geformten Flächen. Überlappungen und Fehlstellen werden vermieden. Einen genauen Start/Stop der Saatgutausbringung ermöglicht die individuelle Ansteuerung der elektrisch angetriebenen Dosiergeräte (Section Control) [5].

Lemken stellt neue Elektronikmodule vor. "TramlineControl" ermöglicht das Anlegen von Fahrgassen mittels GPS unabhängig vom Spurrhythmus der Drillmaschine. Basierend auf der ersten Drillspur legt das System Fahrgassen korrekt an, auch wenn die Reihenfolge der Drillspuren beliebig gewählt wird, z.B. beim Drillen in Beeten. Das Modul "HeadlandCommand" sorgt für gleichmäßig breite Vorgewende durch Teilbreitensteuerung der Drillmaschine über RTK-GPS-Signale. Das System signalisiert dem Fahrer Bereiche vor und hinter der Vorgewendelinie, in denen die Geschwindigkeit konstant zu halten ist. Dadurch wird die kalkulierte Restmenge des Saatgutes optimal ausgebracht. Die Integration dieser Funktion in das Tractor Implement Management System ist geplant [6].

Väderstad erweitert die Baureihe "Spirit" um das Modell R300S mit 3 m Arbeitsbreite und Kunststofftank. Die Saatgutdosierung erfolgt über zwei elektrisch angetriebene Dosiersysteme [7], die eine Halbseitenabschaltung aus der Traktorkabine ermöglichen. Die Steuerung der Väderstad Drillmaschinen erfolgt über E-Control, ein i-Pad basiertes System, das kabellos arbeitet und mit ausgewählten ISOBUS - Terminals in der Traktorkabine verbunden werden kann [8; 9].

Einzelkornsaat

John Deere stellte 2015 das mittlerweile mehrfach ausgezeichnete ExactEmerge- Säsystem vor. 2017 beginnt die Markteinführung in Europa mit der achtreihigen Version unter der Bezeichnung 1725NT. Die Ergebnisse einer Funktionsprüfung der Maschine mit Mais sind im DLG-Prüfbericht Nr. 6320 veröffentlicht [10]. Im Labortest zeigte sich eine geringfügige Verschlechterung der Ablagegenauigkeit mit wachsender Fahrgeschwindigkeit. Alle gemessenen Werte liegen gemäß DLG-Bewertungsschema bei Geschwindigkeiten zwischen 8 und 20 km/h in den Bereichen "sehr gut" und "gut". Der Anteil der Doppel- und Fehlstellen ist überwiegend "sehr niedrig", die restlichen Bewertungen lauten "niedrig". Die Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit zeigt **Bild 3**.

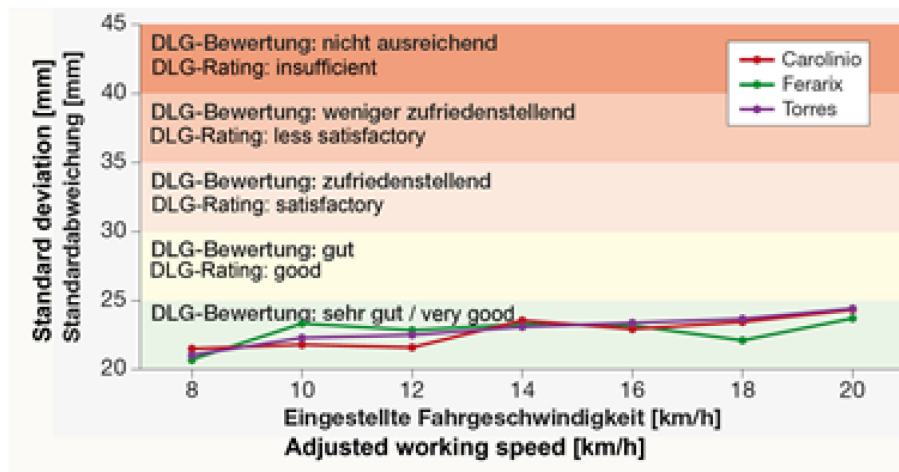


Bild 3: Feldtestergebnisse der Standgenauigkeit von drei Maissorten [10].

Figure 3: Field test results of planting accuracy of three corn varieties [10].

John Deere ergänzte die bereits im Jahrbuch Agrartechnik 2015 vorgestellte pneumatische Anpressdruckregelung [11] durch eine weitere Komponente. Der Anpressdruck der V-förmigen Andruckrollen wird pneumatisch erzeugt und geregelt, Bild 4. Das System ermöglicht hohe und konstante Anpressdrücke zur Verbesserung der Qualität des Furchenschlusses und damit der Saatguteinbettung.



Bild 4: Andruckrolle mit pneumatischer Druckregelung [12].

Figure 4: Pneumatic closing wheels [12].

Müller Elektronik stellt einen optischen Sensor mit Infrarot - LED und einer Auflösung von 400 dpi für den Einsatz in Einzelkornsämaschinen vor. Er ist für Kornfrequenzen bis 150 Körner/s bei Korngeschwindigkeiten von über 10 m/s im Fallrohr konzipiert. Der Sensor erzeugt von jedem Objekt ein Schwarzweißbild und bewertet dieses anhand von Parametern, die er vor Beginn der Arbeit mit einem Selbstlernalgorithmus ermittelt. Während der Säarbeit erfolgt eine ständige Kontrolle und gegebenenfalls Anpassung der Parameter. Zu den erlernten Parametern gehören Sensorempfindlichkeit, Abtastrate sowie geometrische

Kriterien wie zum Beispiel Länge und Breite der Körner. Ein Objekt wird nur dann als Korn gezählt, wenn es sich innerhalb der Parametergrenzen befindet [13]. Durch Erkennung der Verschiebung des Mittenschwerpunktes der Körner und über die Bewertung der Außenkonturen bestimmt der Sensor die Anzahl sich überlappender Körner, **Bild 5**.

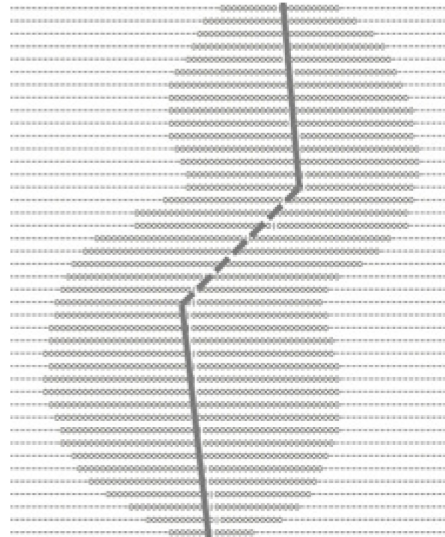


Bild 5: Erkennung überlappender Sojabohnenkörner durch Verschiebung des Mittenschwerpunktes und die Bewertung der Außenkonturen [13].

Figure 5: Detection of overlapping soybean seeds by displacement of center of gravity and evaluation of outer outlines [13].

Forschungsergebnisse

Gibt es Kriterien für den Erfolg oder Misserfolg einer technischen Entwicklung? Dieser Frage geht Benninger [14] am Beispiel erfolgreicher und gescheiterter Innovationen in der Einzelkornsätechnik nach, etwa am Beispiel der pneumatischen Unterdruckvereinzelung. Diese wurde bereits im Jahr 1897 zum Patent angemeldet, konnte sich jedoch erst in den 1960er Jahren am Markt durchsetzen.

Den Entleerungsprozess komplexer Schüttgutapparate und Silos untersuchte und optimierte Franke am Beispiel Weizen [15]. Durch Trocknungsprozesse ändern sich die Schütt- und Fließeigenschaften der Schüttgüter. Weiterhin unterliegt das Schüttgut in der Nähe der Behälterwände anderen Einflüssen als in der Mitte des Apparates, was zu lokalen Belastungsspitzen an Behältern führen kann. Optimierungsansätze für den Auslaufprozess werden als Simulationen und Laborversuche vorgestellt.

Die Bestandsetablierung der Durchwachsenen Silphie (*Silphium perfoliatum*) mittels Einzelkornsätechnik untersucht Schäfer in [16]. Dieser aus Nordamerika stammende Korbblütler ist ein alternativer Rohstoff zur Herstellung von Biogassubstraten. Bisher wurde die Durchwachsene Silphie mit hohem Zeit- und Kostenaufwand gepflanzt. In Feldversuchen setzten die Forscher eine für die Maisaussaat konzipierte, modifizierte pneumatische Einzelkornsämaschine zur Aussaat der Durchwachsenen Silphie ein. Die Änderungen an der Maschine betrafen die Lochdurchmesser der Säscheibe, die Säscharre und die nachlaufenden An-

drückwerkzeuge. Als Resultat zeigte sich ein verbessertes und gleichmäßigeres Auflaufergebnis der Durchwachsenden Silphie.

Den Einfluss der Orientierung sowie physikalischer Parameter auf statische und dynamische Reibwerte von Getreidekörnern (Weizen, Roggen, Gerste, Hafer und Triticale) auf einer Oberfläche aus Stahl untersuchte Kaliniewicz in [17]. Die Ergebnisse zeigen signifikante Einflüsse der Kornausrichtung auf den statischen Reibwert. Die dynamischen Reibwerte betragen 39,5 - 64,3 % der statischen Reibwerte und weisen nichtsignifikante Abhängigkeiten von der Kornorientierung auf. Form-, Massen- und Dichteigenschaften beeinflussen statische und dynamische Reibwerte nur in geringem Maße. Die Autoren kommen zu dem Schluss, dass Reibwertdifferenzen zur Sortierung von Getreidekörnern wenig geeignet sind.

Nelson veröffentlicht Ergebnisse von Laborversuchen zur Echtzeitmessung von Dichte und Feuchtigkeit fließender Saatkörner [18]. Untersucht wurden Mais, Weizen und Soja unter der Anwendung von Mikrowellen mit einer Frequenz von 5,8 GHz. Die Ergebnisse bestätigen die Verwendbarkeit dieser Messmethode für die beschriebenen Anwendungsfälle.

Irmak untersuchte den Einfluss verschiedener pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag und die Effizienz der Wassernutzung bei Mais [19]. Er stellt die Ergebnisse zweijähriger Feldversuche vor, durchgeführt in Nebraska. Gesät wurde in den Zeiträumen 4. bis 23. Mai 2011 sowie 24. April bis 17. Mai 2012 mit Saatstärken von 59.300 bis 88.900 Pflanzen/ha. Spätere Aussaatzeitpunkte ergaben höhere Erträge. Im trockenen Jahr 2012 stellte sich jedoch bei späten Aussaatzeitpunkten und zunehmender Saatstärke eine deutliche Ertragsabnahme ein.

Die Ertragsauswirkungen des Aussaatzeitpunktes bei Mais im Südwesten der USA untersuchte Myoung [20]. Die Arbeiten wurden vor dem Hintergrund einer möglichen Verringerung des Ertragspotenzials durch die Klimaerwärmung durchgeführt. Datengrundlage sind Wetterdaten der Jahre 1991 - 2011 und eine 95-prozentige Ausnutzung der Wasserspeicherkapazität der Böden durch Beregnung. Die Untersuchungen zeigen unterschiedliche Ergebnisse in Abhängigkeit der Klimaregionen. Höher gelegene Regionen und Küstengebiete weisen bei frühen Aussaatzeitpunkten ein gesteigertes Ertragspotenzial auf, bedingt durch die längere Wachstumsperiode. In niedrig gelegenen warmen Regionen wirken sich frühe Aussaatzeitpunkte ebenfalls positiv aus, weil sich dadurch die negativen Auswirkungen extremer Sommerhitze verringern. Späte Aussaatzeitpunkte ergeben in den Übergangsregionen die höchsten Ertragspotenziale, da die vorhandenen Temperaturen während einer kurzen Wachstumsphase optimale Bedingungen bieten.

Die ISO 12188-2 beschreibt Testprozeduren zur Genauigkeitsermittlung satellitengestützter Spurführungssysteme, jedoch nicht die anzuwendenden Auswerteverfahren. Für die Berechnung der Spurführungsabweichung zwischen Hin- und Rückfahrt vergleicht Rounsaville [21] Ergebnisse und Anwenderfreundlichkeit von vier Berechnungsalgorithmen mit den beiden etablierten Verfahren "nearest points" und "path interpolation". Als Resultat empfehlen die Autoren die Anwendung der PC-Methode (Perpendicular Component).

Sun [22] stellt einen neu entwickelten Pflanzmechanismus für Reisstecklinge vor. Die Maschine realisiert jeweils kurze und lange Pflanzenabstände im Wechsel, um ein optimales

Pflanzenwachstum zu ermöglichen. Das System weist sieben unrunde Zahnräder auf, die die erforderliche Kinematik des Greiferantriebs ermöglichen. Die virtuelle Simulation am 3D-Modell sowie Ergebnisse von Prototypentests sind beschrieben.

Die Firmen Kinze und Precision Planting (jetzt John Deere) setzen seit 2015 versuchsweise Einzelkornsämaschinen mit zwei Saatgutbehältern ein, die einen teilflächenspezifischen Sortenwechsel ermöglichen [23].

Zusammenfassung

Aktuelle Neuentwicklungen für Drillmaschinen ermöglichen neue Funktionen durch elektronische Steuerungen im Bereich des exakten Übergangs zum Vorgewende und bei der Anlage von Fahrgassen unabhängig vom Rhythmus der Drillspuren. Verbesserte Dosiergeräte reduzieren die Restmenge im Saatguttank bei mechanischen Drillmaschinen. Die Kornvereinzelung für Getreide ist serienmäßig verfügbar. Neue Schare sind als Doppelscheibenschare ausgeführt, Walzen weisen neue Profile und steigende Durchmesser auf. Großen Wert legen die Hersteller auf Bedienkomfort und Arbeitssicherheit. Beispiele dafür sind Einstellzentralen an mechanischen Drillmaschinen und die Integration von Handwaschtanks.

Im Bereich der Einzelkornsämaschinen werden DLG-Prüfergebnisse der 1725NT Einzelkornsämaschine mit ExactEmerge Säsystem von John Deere für Geschwindigkeiten bis 20 km/h vorgestellt. Eine Druckregelung der Andruckrollen verbessert die Saatguteinbettung. Optische Sensoren mit Infrarot - LED, hoher Auflösung und Selbstlernfunktion ermöglichen die sichere Erkennung und Zählung von Saatkörnern in Einzelkornsämaschinen.

Die vorgestellten Forschungsergebnisse beinhalten die Auswirkungen pflanzenbaulicher Parameter auf den Ertrag beim Maisanbau, die Echtzeitmessung von Dichte und Feuchtigkeit fließender Saatkörner, den Einfluss der Orientierung sowie physikalischer Parameter auf statische und dynamische Reibwerte von Getreidekörnern, die Entwicklung neuartiger Greifer für die Reispflanzung mit wechselnden Pflanzenabständen sowie Versuche zum teilflächenspezifischen Sortenwechsel bei der Maisaussaat mit speziell ausgerüsteten Einzelkornsämaschinen.

Literatur

- [1] N.N.: Cataya. Prospekt, Hasbergen - Gaste, 2016, Amazonen Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG
- [2] Gall, C.: Neuheiten Amazone Anbausätechnik. Persönliche Mitteilung, 13.12.2016
- [3] Funck, G.: Verteilaggregat für körniges Gut, insbesondere Säaggregat, Offenlegungsschrift DE 1012105048A1; 2012
- [4] N.N.: Express. Prospekt, Schwandorf, 2015, Horsch Maschinen GmbH
- [5] Kaczmarczyk, A.: GEOlift - die neue Kombination aus Vorgewendemanagement und GEOcontrol; URL - agritechnica.kvernelandgroup.de/content/download/.../1/.../KvG_PR+GEOlift_DE.doc, Zuletzt geprüft am 06.01.2017

-
- [6] N.N.: Per GPS managen. In: eilbote 37/2016, S. 24–25, Winsen (Luhe): boomgarden Verlag
- [7] Stark, C. (2015): Fenix III. Neuheitenanmeldung zur Agritechnica 2015; Väderstad, Schweden
- [8] N.N.: Neuheiten 2017. URL - <https://pdmlink.vaderstad.com/openext.aspx?id=029802ca-5755-4ba6-9dbd-d0eafdac1e2b>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [9] N.N.: Seed Drills 2017. URL - <https://pdmlink.vaderstad.com/openext.aspx?id=aa4a805e-29b8-482c-a6d5-9ce99c021f6e>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [10] Schuchmann, G. H.: DLG-Prüfbericht 6320 - Maissägerät John Deere 1725 NT ExactEmerge. Groß-Umstadt: DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel 2016
- [11] Meinel, T.: Sätechnik. URL - http://digisrv-1.biblio.etc.tu-bs.de:8080/docportal/servlets/MCRFileNodeServlet/DocPortal_derivate_00042105/jahrbuchagrartechnik2015_saetechnik.pdf, Zuletzt geprüft am 06.01.2017
- [12] Peter, S.: Technical News on John Deere 1725NT Planter. persönliche Mitteilung, 01.12.2016
- [13] Jochheim, C. : Informationen zum PLANTirium Sensor. Persönliche Mitteilung, 12.12.2016
- [14] Benninger, J.: Erfolgreiche und gescheiterte Innovationen in der Einzelkornsätechnik. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3128>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [15] Franke, G. et al: Kontrollierte Entleerung mit ganzflächigen Austrageinrichtungen. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3141>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [16] Schäfer, A. et al: Bestandesetablierung der Durchwachsenen Silphie (Silphium perfoliatum) mittels Einzelkornsätechnik. URL - <https://www.landtechnik-online.eu/ojs-2.4.5/index.php/landtechnik/article/view/3115>, Zuletzt geprüft am 13.01.2017
- [17] Kaliniewicz, Z. et al: Influence of cereal seed orientation on external friction coefficients. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.3, S. 1073–1081
- [18] Nelson, S. O.; Trabelsi, S.; Lewis, M. A.: Microwave sensing of moisture content and bulk density in flowing grain and seed. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.2, S. 429–433
- [19] Irmak, S.; Djaman, K.: Effects of planting date and density on plant growth, yield, evapotranspiration, and water productivity of subsurface drip-irrigated and rainfed maize. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H.5, S. 1235–1256
- [20] Myoung, B. et al: Regional variations of optimal sowing dates of maize for the southwestern U.S.. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 6, S. 1759–1769
- [21] Rounsaville, J.; Dvorak, J.; Stombaugh, T.: Methods for calculating relative cross-track error for ASABE/ISO STANDARD 12188-2 from discrete measurements. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 6, S. 1609–1616
-

- [22] Sun, L. et al: Kinematic analysis of rotary transplanting mechanism for wide-narrow row pot seedlings. In: Transactions of the ASABE, 59(2016) H. 2, S. 475–485
- [23] Preuße, T.: Große Ziele, kleine Schritte. In: DLG-Mitteilungen 26(2016) H.10, S. 22-23

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 08.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Meinel, Till: Sätechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64175>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/282.html>

Mineralische Düngung

Norbert Uppenkamp,
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Kurzfassung

Die Behältervolumina bei Zentrifugal-Anbaustreuern haben mit etwa 4000 l ein Maximum erreicht. Methoden der Kombination von Saat und Düngung sowie Verfahren zur Düngerablage im Boden sind in der Entwicklung. GPS-gesteuerte Schaltungen zur Verbesserung der Verteilgenauigkeit werden in großem Umfang in die Praxis eingeführt. Durch schnelle und komfortable Information des Anwenders sowie durch automatisierte oder deutlich vereinfachte Überprüfung des Streubildes soll das technisch Mögliche auch im Praxiseinsatz umgesetzt werden. Durch Integration der Mineraldüngung in Managementsysteme wird die Effizienz des Gesamtprozesses erhöht.

Schlüsselwörter

Düngetechnik, Düngung, Effizienz, Verteilgenauigkeit, GPS

Fertilizing

Norbert Uppenkamp,
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen

Abstract

With about 4000 l the container volume of tractor mounted centrifugal fertilizer spreaders reached a maximum. Methods to combine sowing with fertilizing and processes for a fertilizer placement in the soil are in development. GPS-controlled schematics for an optimized distribution accuracy are introduced into practice on a large scale. By fast and convenient informing of the operator and by automated or significantly simplified inspection of the spread pattern, the technically possible should be put into practice. Furthermore the efficiency of the entire process is increased by integration of fertilizing in management-systems.

Keywords

Fertilization technology, fertilizing, efficiency, distribution accuracy, GPS

Grenze des Wachstums

Während in den vergangenen Jahren die Hersteller regelmäßig Anbau-Düngerstreuer mit größerem Behältervolumen vorgestellt haben, scheint dieser Trend gestoppt zu sein. Hintergrund ist, dass die zulässige Hinterachslast der Traktoren begrenzend wirkt und bei Behältervolumen von mehr als 3000 l mit gefülltem Behälter in der Regel die maximale Achslast von 11 t für angetriebene Achsen auf öffentlichen Straßen überschritten wird.

Im Gegensatz zu Pflanzenschutzspritzen ist bei der Mineraldüngung kein Übergang von Anbaugeräten zu gezogenen Geräten zu erkennen. Ein Grund dafür ist, dass der Mineraldüngerstreuer im Vergleich zur Pflanzenschutzspritze einen geringeren Investitionsbedarf hat und das zusätzliche Fahrwerk in Relation zum Gerätepreis deutlich teurer ist. Zudem ist die Düngung in der Regel nicht so zeitkritisch wie z.B. eine Fungizidmaßnahme und die Anforderungen an die Schlagkraft sind daher nicht so hoch wie im Pflanzenschutz.

Effizienzsteigerung bei der Mineraldüngung

Im Zuge der Novellierung der Düngeverordnung ist auch die mineralische Düngung in den Fokus der Öffentlichkeit und des Gesetzgebers gerückt. Stickstoffverluste bei der Anwendung von Harnstoff und ammoniumhaltigen Düngemitteln in Form von Ammoniak in die Luft und Nitrat ins Grundwasser müssen reduziert werden. Neben dem Einsatz von Ureasehemmern und Nitrifikationshemmstoffen ist die Einarbeitung der Dünger eine wirksame Methode, die Stickstoffeffizienz zu erhöhen. Dazu bietet sich die Kombination von Düngung und Saat an. Neben der etablierten Unterfußdüngung bei Mais und vor allem in Skandinavien auch beim Getreide haben Hersteller von Sätechnik in den vergangenen Jahren Verfahren zur gleichzeitigen Saat und Düngung in Form von Saatbandablage und Unterflurdüngung entwickelt. Die Umsetzung in der Praxis erfolgt allerdings sehr zögerlich. Ein Grund dafür ist sicherlich auch das Fehlen von Versuchsergebnissen hinsichtlich der Effekte von Platzierung, Düngerform und Standorteigenschaften auf die Ertragswirkung bei den verschiedenen Kulturen. Gesicherte Ergebnisse sind allerdings erst in einigen Jahren zu erwarten.

... durch die Nutzung von GPS

Ein zentraler Bestandteil bei der Ausbringung von Mineraldüngern ist heute die Nutzung des Globalen Positionierungssystems (GPS). GPS-gesteuerte Teilbreiten- und Vorgewendeschaltung haben durch ihren unmittelbaren Vorteil der Düngereinsparung eine sehr schnelle Einführung in die Praxis bewirkt. Bei großen Arbeitsbreiten und bei den überwiegend vorhandenen unregelmäßigen Schlagstrukturen ist die Nutzung dieser Systeme besonders vorteilhaft. Der Trend bei den Teilbreitenschaltungen geht immer mehr in Richtung stufenloser Arbeitsbreitenanpassung.

Messungen der Zeitschrift *profi* belegen, dass die Systeme beim Keilstreuen und am Vorgehende deutliche Vorteile hinsichtlich der Ausbringgenauigkeit ergeben [1;2]. Mit der Automatisierung wird zudem sichergestellt, dass die genaue Arbeit auch nach mehreren Stunden und bei schlechten Sichtverhältnissen beibehalten wird. Voraussetzung ist allerdings eine gute Einstellung der Systeme [2].

Die Anforderungen an die Technik für die Teilbreitenschaltung steigen mit zunehmender Arbeitsbreite. Während bei kleinen Arbeitsbreiten und dreieckigen Streubildern eine Drehzahlreduktion und angepasste Ausbringmenge ausreichen, ist bei Arbeitsbreiten über 21 m eine Veränderung des Aufgabepunktes nötig [3].

... durch einfachere Bedienung

Der Trend der letzten Jahre, durch einfachere Bedienung und automatisierte Einstellung des Düngerstreuers die Verteilgenauigkeit im praktischen Einsatz zu verbessern, hält an. Nach wie vor steigende Betriebsgrößen, eine deutlich erhöhte Sensibilität der Praktiker gegenüber umweltschonender Düngerausbringung und nicht zuletzt absehbare gesetzliche Regelungen begünstigen den Absatz technisch aufwändiger und damit teurerer Mineraldüngerstreuer. ISO-Bus gesteuerte Streuer mit Wiegeeinrichtung und / oder Durchflussmessung sind heute fast zum Standard geworden. Durch die laufende Überprüfung des Durchflusses werden variierende rheologische Eigenschaften des Düngers während der Fahrt automatisch ausgeglichen. Die Anpassung an die spezifischen Eigenschaften des augenblicklich ausgebrachten Düngers erfolgt dann automatisch durch Wiegeeinrichtung oder Durchflussmessung. Beim Wiegestreuer wird die im Streuer enthaltene Düngermasse direkt gemessen und die Durchflussmenge durch die Abnahme der Düngermasse errechnet, bei der Durchflussmessung wird die Durchflussmenge direkt gemessen und die im Streuer vorhandene Düngermasse durch die Differenz zwischen zuvor eingegebener Düngermasse und der aufsummierten ausgebrachten Düngermasse errechnet. Um ohne Zeitverzug sowohl die Düngermasse als auch die Durchflussmenge zu bestimmen, werden bei Streuern der Firma Rauch häufig beide Messsysteme kombiniert eingesetzt. Diese Informationen zur Düngermenge im Behälter und der Durchflußmenge werden heute zunehmend auch für die Optimierung der Logistik genutzt, um notwendige Düngertransporte und Leerfahrten auf dem Acker zu vermindern

... durch verbesserte Kommunikation

Moderne Kommunikationsmittel werden zunehmend eingesetzt, um aktuelle maschinen- und düngerspezifische Kennwerte dem Nutzer zur Verfügung zu stellen und somit die Ausbringgenauigkeit während des Einsatzes zu erhöhen. Alle Streuerhersteller bieten einen direkten Zugriff auf die Streutabellen-Datenbank via Internet an. Neben dem Zugriff über den PC werden auch Zugriffe über Smartphones und Tablets angeboten. Nach Auswahl bzw. Eingabe von Streuertyp, Arbeitsbreite, Fahrgeschwindigkeit und Düngersorte wird ein Einstellungsvorschlag gemacht.

Die Vernetzung von Sensoren, Informationsquellen und Geräten birgt ein weiteres Potential zur Optimierung des Gesamtprozesses Düngen. Mit dem "Connected Nutrient Management"-System der Firmen John Deere, LAND-DATA Eurosoft, Vista, RAUCH und SULKY BUREL wurde auf der Agritechnica 2015 eine derartige Vernetzung unterschiedlicher Prozessteilnehmer mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Der problemlose Datenaustausch und das zuverlässige Funktionieren der Kommunikation zwischen unterschiedlichen Maschinen und Geräten ist die Voraussetzung für die breitere Einführung der Elemente des Precision Farming hin zum Smart Farming in die Praxis. Die Mineraldüngung ist dabei nur ein Teil des Gesamtsystems, die notwendige Technik steht zur Verfügung. Die rechtlichen Rahmenbe-

dingungen mit steigenden Anforderungen an Effizienz und Dokumentation der Prozesse werden diese Entwicklung forcieren.

... durch die Überprüfung der Verteilgenauigkeit

Mittels radarbasierter Messverfahren kann die Lage des Streufächers bestimmt und der Einfluss unterschiedlicher Eigenschaften der Dünger auf das Verhalten auf der Wurfscheibe (Reibwiderstand) erfasst werden. Abweichungen vom Soll werden durch Verstellen des Aufgabepunktes ausgeglichen. Das erste von der Firma Rauch bereits auf der Agritechnica 2013 vorgestellte System mit einem sensorbestückten Schwenkarm wurde inzwischen durch einen starren Rahmen mit 27 Radarsensoren abgelöst. In der Variante "AXMAT plus" wird ein Streufächer, in der Variante "AXMAT duo" werden beide Streufächer erfasst. Von der Firma Amazone wurde auf der Agritechnica 2015 eine ähnliche Ausführung des gleichen Messprinzips mit 7 Sensoren je Seite vorgestellt (**Bild 1**).



Bild 1: Bestimmung der Lage des Streufächers mittels Radar mit den Systemen von Rauch (AXMAT) (links) und Amazone (Argus) (rechts).

Figure 1: Position determination of the spread fan by radar with the systems of Rauch (AXMAT) (left) and Amazone (Argus) (right).

Auch dieses Messverfahren kann allerdings keine Einflüsse hinter der Streuschaufel erfassen. Variierende Luftwiderstandsbeiwerte und Windeinflüsse beeinflussen die Flugbahn des Düngers [4]. Das von der Firma Amazone bereits zur Agritechnica 2011 vorgestellte Verfahren zum automatischen Ausgleich des Windeinflusses (WindControl) ist noch in der Entwicklung. Doch auch diese Technik kann unterschiedliche Kornformen in Mischdüngern nicht berücksichtigen. Eine gleichmäßige Nährstoffverteilung auch bei Arbeitsbreiten von über 24 m setzt eine Standardisierung der Kornformen und -dichten der einzelnen Düngersorten voraus. Eine Renaissance der Auslegerstreuer als Lösungsalternative für die o.g. Probleme ist nicht zu erkennen.

Die tatsächliche Querverteilung im Feld kann nach wie vor nur durch Prüfsets, die von allen Herstellern schon seit geraumer Zeit angeboten werden, erfasst werden. In der Praxis werden diese Prüfsets allerdings nur sehr selten eingesetzt. Ein Grund dafür ist der zeitliche Aufwand, ein anderer die unhandliche Form der Prüfschalen, die nicht ohne weiteres in der

Traktorkabine mitgeführt werden können. Eine erhebliche Verbesserung ist von dem auf der Agritechnica 2015 vorgestellten mobilen Prüfset der Firma Amazone zu erwarten (**Bild 2**). Durch die Verwendung flexibler Prüfmatten kann das Prüfset auf dem Traktor mitgeführt werden. Die Messwerterfassung erfolgt mit der Kamera eines Smartphones, die Auswertung durch die Bildanalyse der auf der Matte aufgefangenen Düngerkörner. Der Landwirt erhält neben der optischen Darstellung der Belagdichten eine Einstellempfehlung zur Optimierung der Streueinstellung. Durch das einfache Handling und die schnelle Auswertung in Verbindung mit einer praxisgerechten Ergebnisdarstellung sind wesentliche Hemmnisse für die Benutzung eines Prüfsets auf dem Acker deutlich verringert.

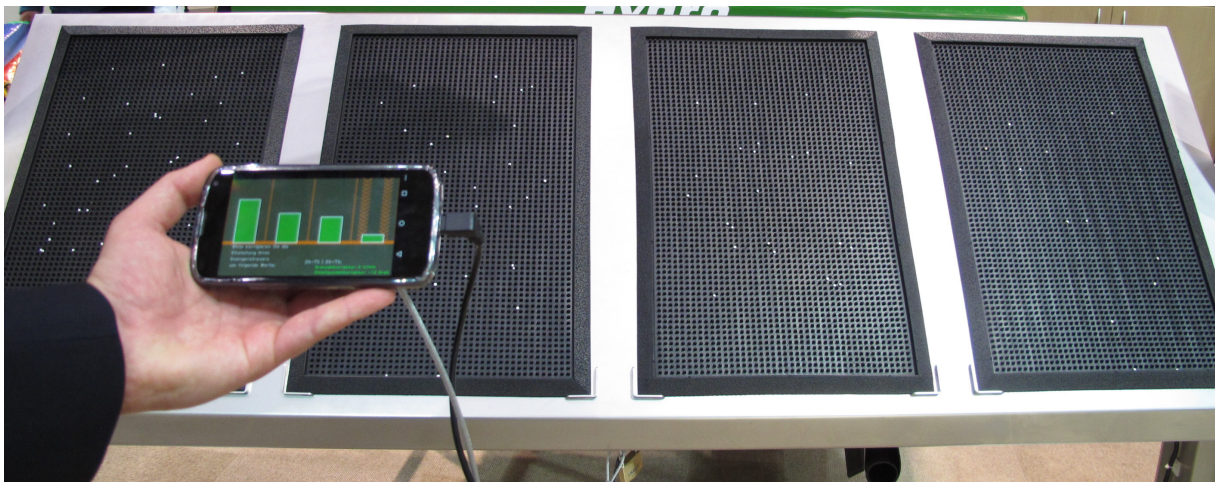


Bild 2: Prüfset der Firma Amazone mit flexiblen Prüfmatten und Anzeige der Belagdichten auf einem Smartphone.

Figure 2: Testing set of Amazone with flexible testing mats and display of layer densities on a smartphone.

Zusammenfassung

Der über Jahre zu beobachtende Trend zu größeren Behältervolumina bei Zentrifugal-Anbaustreuern hat durch die zulässige Hinterachslast der Traktoren und beim Transport auf der Straße mittlerweile auch durch die dort begrenzte Achslast sein Ende erreicht. Der Übergang zu gezogenen Geräten findet in der Praxis noch nicht statt.

Mit dem Ziel der Verlustminimierung und der Effizienzsteigerung werden Methoden der Kombination von Saat und Düngung sowie Verfahren zur Düngerablage im Boden in mehrjährigen Feldversuchen intensiv pflanzenbaulich untersucht.

GPS-gesteuerte Schaltungen zur Verbesserung der Verteilgenauigkeit am Vorgewende und beim Keilstreuen sowie Wiege- und Durchflußmesseinrichtungen werden in großem Umfang in die Praxis eingeführt.

Neuere Entwicklungen zielen darauf ab, durch die Nutzung von Internet und Smartphones / Tablets für eine schnelle, aktuelle und komfortable Information des Anwenders sowie durch automatisierte oder deutlich vereinfachte Überprüfung des Streubildes sicherzustellen, dass das technisch Mögliche auch im Praxiseinsatz umgesetzt wird. Ökonomische Aspekte und

der zunehmende Zwang zur Dokumentation werden die Integration der Mineraldüngung in Managementsysteme fördern.

Literatur

- [1] Böhrnsen, A.: Mehr Präzision im Keil. profi (2014) H. 7, S. 82 - 85
- [2] Böhrnsen, A.: Streuen ohne Denken, Vergleichstest: Düngerstreuer mit Section-Control. profi (2015) H. 12, S. 146 - 152
- [3] Schulze Walgern, J.; Küper, J.-M.: Keile automatisch streuen: Welches System passt? top agrar (2016) H. 2, S. 94 - 97
- [4] -, -: Streufehler bei Seitenwind. dlz agrarmagazin (2006) H. 10, S. 46 - 50

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Uppenkamp, Norbert: Mineralische Düngung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-6

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64176>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/303.html>

Elektronische Systeme bei Pflanzenschutzgeräten

Andreas Herbst,
Julius-Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Braunschweig

Kurzfassung

In den letzten Jahren wurden verschiedene elektronische Systeme entwickelt, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu verbessern. Ein Überblick wird gegeben, einzelne Systeme werden im Detail erläutert und Testergebnisse vorgestellt, die deren Leistungsfähigkeit charakterisieren. Elektronische Systeme tragen dazu bei, angestrebte Applikationsparameter, wie beispielsweise die Dosierung der Pflanzenschutzmittel, besser einzuhalten und unbeabsichtigte Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren. Gleichzeitig helfen Spritzcomputer und automatische Regelungen, die Produktivität zu erhöhen und den Anwender zu entlasten.

Schlüsselwörter

Pflanzenschutzgeräte, Elektronik, Steuerung, Regelung, Prüfung

Electronic systems for sprayers

Andreas Herbst,
Julius-Kühn-Institut, Institute for Application Techniques in Plant Protection, Braunschweig

Abstract

In recent years, an increasing number of electronic systems has been developed in order to improve the performance of chemical application techniques. An overview is given, particular systems are explained in detail and test results characterizing their performance are presented. Electronic systems help to achieve intended application parameters, such as chemical dose rate, more accurately and to reduce unintended environmental impact. At the same time, spray computers and automatic controls help to increase productivity and to relief operators.

Keywords

Chemical application techniques, electronics, controls, testing

Einführung

Bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln kommt es darauf an, die beabsichtigte Wirkung zu erzielen und dabei Nebenwirkungen auf die Umwelt zu vermeiden. Gleichzeitig soll der Arbeitsaufwand minimiert werden. Spritzcomputer mit verschiedenen Assistenzsystemen in Kombination mit elektronisch gesteuerten Baugruppen können helfen, diese Ziele zu erreichen. In Deutschland werden kaum noch Pflanzenschutzgeräte ohne diese elektronischen Helfer verkauft. In den letzten Jahren sind viele neue Lösungen auf den Markt gekommen. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über elektronische Systeme bei Feldspritzgeräten sowie Sprühgeräten für den Obst- und Weinbau. Ausgewählte Systeme werden näher besprochen.

Elektronische Systeme

Bereits vor einigen Jahren wurden Spritzcomputer entwickelt, deren Hauptaufgabe darin besteht, die Aufwandmenge und damit die Dosierung des Pflanzenschutzmittels unabhängig von Fahrgeschwindigkeit und Pumpendrehzahl konstant zu halten. Dazu werden der Flüssigkeitsvolumenstrom zu den Düsen und/oder der Spritzdruck sowie die Fahrgeschwindigkeit gemessen, daraus die Aufwandmenge berechnet und das Druckeinstellventil bzw. die Pumpendrehzahl gesteuert, um einen vorher gewählten Sollwert einzuhalten. Standardisierte Tests haben gezeigt, dass diese Systeme sehr genau arbeiten und ausreichend schnell beispielsweise auf Änderungen der Fahrgeschwindigkeit reagieren [1].

In den letzten Jahren haben diese Spritzcomputer weitere Aufgaben übernommen. Bei Feldspritzgeräten werden elektronische Systeme, teilweise bereits mit großer Verbreitung, für folgende Funktionen eingesetzt:

- automatische Teilbreitenschaltung,
- Regelung des Zielflächenabstandes,
- Überwachung und Steuerung der Düsenfunktion,
- Direkteinspeisung von Pflanzenschutzmitteln,
- automatische Innenreinigung.

Auch Sprühgeräte für Raumkulturen werden zunehmend mit Elektronik ausgestattet, neben der Aufwandmengenregelung für:

- Lückenschaltung,
- Regelung des Luftvolumenstroms.

Elektronische Systeme leisten wichtige Beiträge zur Sicherung der Arbeitsqualität von Pflanzenschutzgeräten und eröffnen neue Möglichkeiten bei der Applikation von Pflanzenschutzmitteln. Potenzieller Nutzen entsteht durch:

- Konstant halten von Applikationsparametern, unabhängig von den Einsatzbedingungen,
- Automatische Anpassung von Applikationsparametern an Einsatzbedingungen,

- Verminderung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und dadurch Verringerung der Umweltbelastung,
- Entlastung des Bedieners, dadurch höhere Produktivität.

Automatische Teilbreitenschaltung

Bei der Applikation auf unregelmäßig geformten Ackerflächen lässt es sich kaum vermeiden, dass beim Schalten der Teilbreiten von Hand an bereits behandelten Teilstücken, wie beispielsweise Vorgewenden, mehr oder weniger große Bereiche entweder nicht oder mehrfach behandelt. Untersuchungen in den USA belegen, dass in Abhängigkeit vom Verhältnis Umfang/Flächeninhalt auf Praxisschlägen die doppelt behandelten Flächen bei Verwendung einer automatischen Teilbreitenschaltung halbiert werden können [2]. Besonders bei unregelmäßig geformten Schlägen ist es vorteilhaft, beispielsweise am Vorgewende die Teilbreiten GNSS-gesteuert automatisch zu schalten (**Bild 1**). Dies entlastet auch den Bediener.

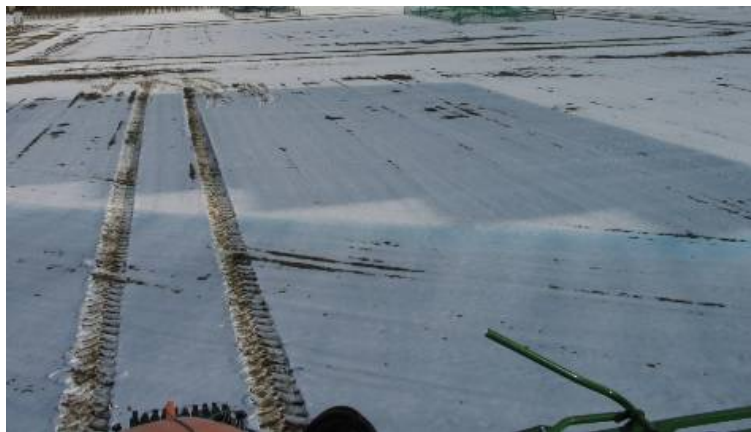


Bild 1: Demonstration einer automatischen Teilbreitenschaltung auf Schnee.

Figure 1: Demonstration of boom section control on snow.

Der Grad der Überlappung beim Schalten lässt sich entsprechend den Eigenschaften des applizierten Pflanzenschutzmittels einstellen. Soll beispielsweise ein Herbizid ausgebracht werden, das bei Überdosierung die Kulturen schädigen könnte, wählt man wie beim Beispiel in Bild 1 eine Überlappung von 0%. Für Fungizide könnten 100% Überlappung angebracht sein. Zwischenwerte sind möglich.

Mit welcher Genauigkeit automatische Teilbreitenschaltungen arbeiten, wurde beim Julius-Kühn-Institut (JKI) getestet. Die dazu entwickelte Methode basiert auf einem terrestrischen Referenzsystem und einer Druckmessung in den Teilbreiten zur simultanen Erfassung der Zeitpunkte der Ein- und Ausfahrt an einem bereits behandelten, unter einem Winkel von 45° angelegten Streifen bzw. der Druckverläufe in den einzelnen Teilbreiten. Aus diesen Signalen und der Fahrgeschwindigkeit lässt sich berechnen, welche Überlappung jeweils tatsächlich erzielt wurde [3]. Einige Ergebnisse sind in **Bild 2** dargestellt.

In den Tests zeigte sich, dass einige Systeme sehr genau arbeiten. Teilweise wurden jedoch erhebliche Abweichungen vom angestrebten Überlappungsgrad von 50% ermittelt, die auf Abweichungen der Schaltposition von der Sollposition von bis zu 2 m zurück zu führen sind.

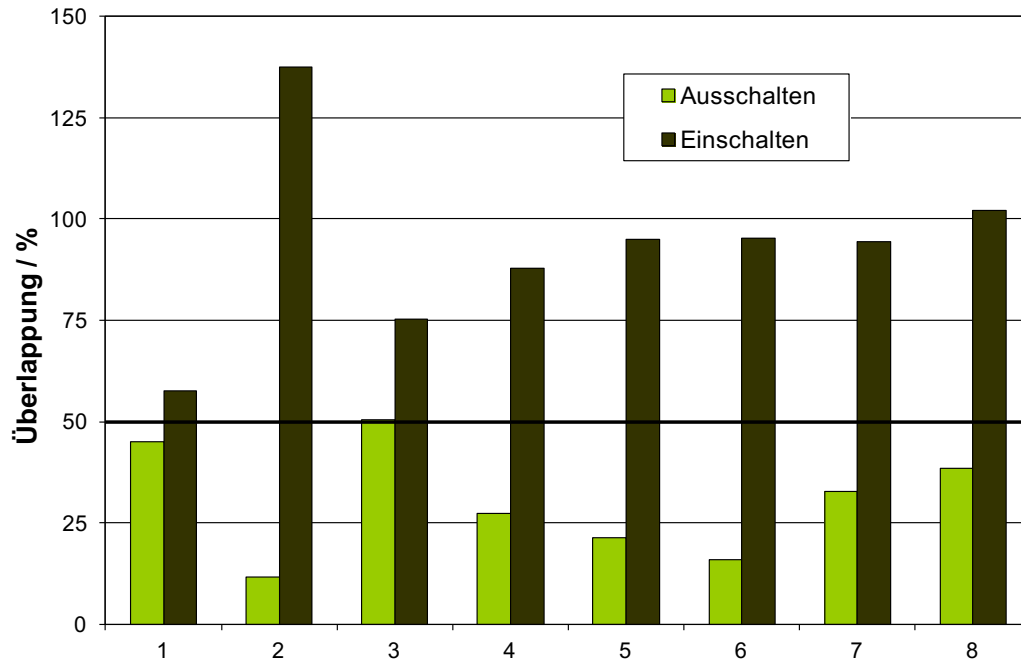


Bild 2: Überlappung beim Ein- und Ausfahren (Aus- und Einschalten der Teilbreiten) an einer bereits behandelten Fläche für verschiedene Geräte bei einer Fahrgeschwindigkeit von 8 km/h.

Figure 2: Actual values of overlap when entering and leaving (switching sections off and on) the sprayed swath for several sprayers at a travel speed of 8 km/h.

Die Ungenauigkeiten können sich aus Abweichungen bei der GNSS-Positionsbestimmung ergeben. Separate Messungen zum Druckaufbau an den Düsen nach Betätigung der Teilbreitenventile zeigen jedoch, dass es je nach Aufbau der Flüssigkeitssysteme unterschiedliche Zeiten vergehen können, bis an der Düse der Spritzstrahl vollständig aufgebaut ist. Dies muss bei der Einstellung der automatischen Teilbreitenschaltungen berücksichtigt werden.

Inzwischen kann bei vielen Geräten über Druckluft- oder elektrische Ventile jede einzelne Düse geschaltet werden. Es ist zwar heute immer noch üblich, dabei die Düsen in Gruppen als Teilbreiten zusammenzufassen, es ist jedoch abzusehen, dass künftig tatsächlich jede einzelne Düse als Teilbreite geschaltet wird. Damit und durch weitere Verbesserung der Satelliten-Navigation kann der Anteil von Fehlbehandlungen weiter reduziert werden.

Regelung des Zielflächenabstandes

Bei der Behandlung von Flächenkulturen ist der Zielflächenabstand, also die Höhe der Düsen über der Zielfläche (Boden oder Pflanzenbestand) ein wichtiger Parameter. Ein optimaler Zielflächenabstand ist wichtig, um eine gleichmäßige Querverteilung der Spritzflüssigkeit zu erreichen und gleichzeitig das Abdriftpotenzial zu begrenzen. Schließlich besteht bei zu geringem Abstand des Spritzgestänges vom Boden die Gefahr, Gestänge und Düsen zu be-

schädigen. Besonders bei sehr großen Arbeitsbreiten in Kombination mit höheren Fahrgeschwindigkeiten hat der Bediener oft Schwierigkeiten, einen optimalen Zielflächenabstand einzuhalten.

Eine automatische Gestängehöhenregelung kann dazu beitragen, den Zielflächenabstand unabhängig vom Bodenprofil, der Bestandeshöhe und von Wankbewegungen des Pflanzenschutzgerätes konstant zu halten. Eine solche Regelung verlangt die permanente Messung des Abstandes zwischen Zielfläche und Düse. Dazu werden mindestens zwei Ultraschallsensoren am Spritzgestänge verwendet. Der Spritzcomputer vergleicht die Messwerte mit dem eingestellten Sollwert und steuert entsprechend den Abweichungen die meist hydraulischen Stellglieder für Höhe und Neigung des Gestänges.

Die objektive Bewertung automatischer Gestängehöhenregelungen ist schwierig. Bisher erfolgt diese nur anhand von Fahrten über reale oder künstlich angelegte Geländeprofile [4]. Für die Prüfung dieser Systeme wurde erstmals beim JKI eine reproduzierbare Methode entwickelt. Dabei erfolgen die Tests im Stand. Ein Prüfstand bestehend aus zwei Zielflächeneinheiten simuliert dabei ein Boden- oder Bestandesprofil (**Bild 3**). Jede Einheit besteht aus einer künstlichen Zielfläche (Drahtgitter), die durch Lineareinheiten vertikal verfahren werden kann. Beide Zielflächen können beliebig und unabhängig voneinander bewegt werden [5]. Die resultierenden vertikalen Bewegungen des Gestänges werden durch Lasersensoren, unabhängig von den Systemsensoren, erfasst.

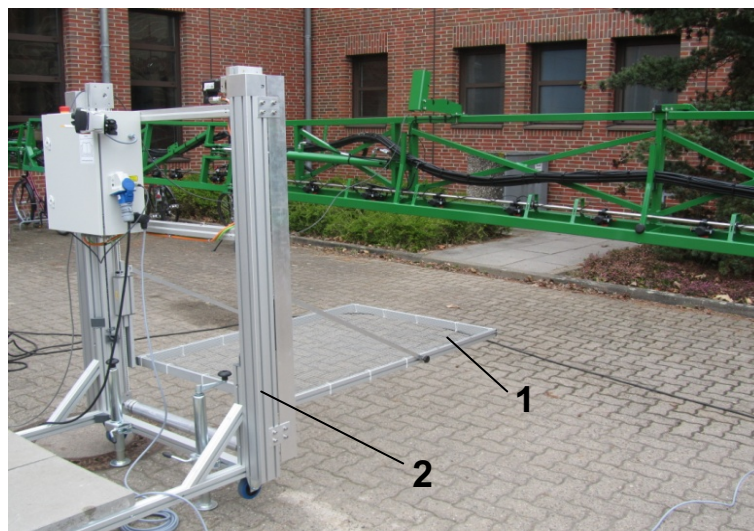


Bild 3: Prüfstand für Gestängehöhenregelung (1 - Zielfläche, 2 - Linearantrieb).

Figure 3: Test bench for boom height control systems (1 - target area, 2 - linear drive).

Für die ersten Tests wurde ein Profil synthetisiert, das aus Rampen und einer Überlagerung von harmonischen Schwingungen im Frequenzbereich von (0,01 ... 0,15) Hz mit einer Auslenkung von (-250 ... 450) mm besteht. Im Vergleich zu verschiedenen Feldprofilen ist diese Anregung besonders im höheren Frequenzbereich etwas anspruchsvoller und geeignet, das Verhalten unterschiedlicher Gestängehöhenregelungen zu differenzieren. Die Tests sind sehr gut reproduzierbar.

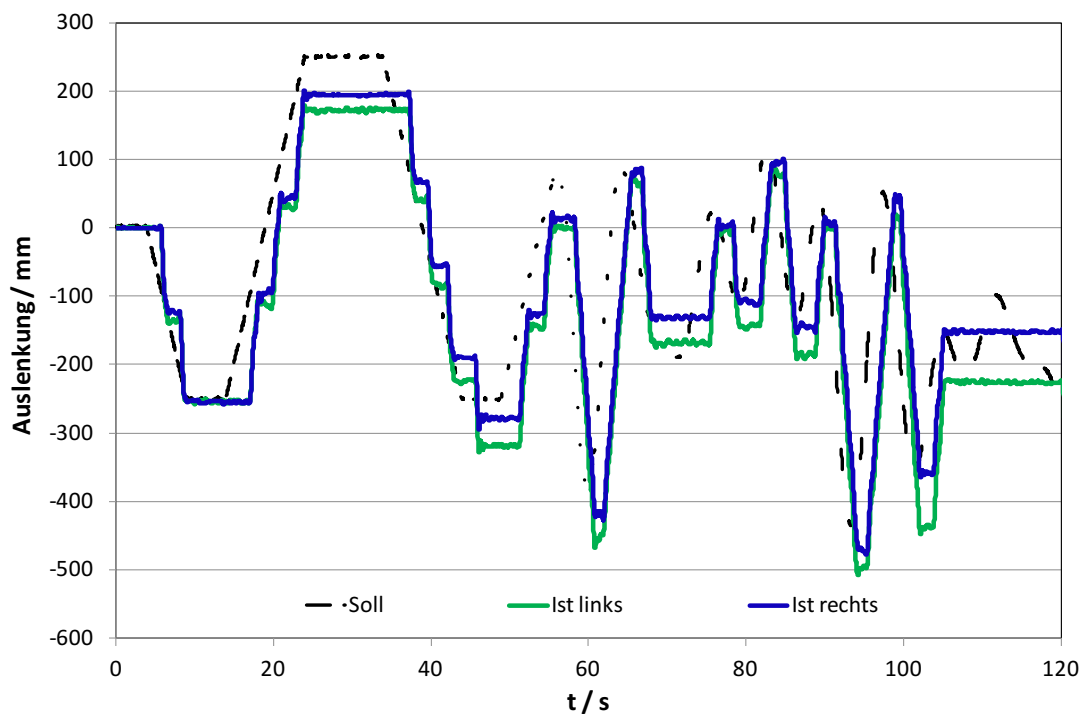


Bild 4: So folgt das Gestänge der Zielfläche.

Figure 4: This is how the spray boom follows the target area.

Automatische Innenreinigung

Pflanzenschutzgeräte sind mit wirksamen Einrichtungen zur Innenreinigung auszustatten. Dazu gehören ein Frischwassertank mit einem Volumen von mindestens 10% des Nennvolumens des Spritzflüssigkeitsbehälters und Innenreinigungsdüsen. Dadurch soll ermöglicht werden, die mindestens vor jedem Wechsel des Pflanzenschutzmittels erforderliche Reinigung des gesamten Spritzflüssigkeitssystems auf dem Feld durchführen zu können. So können Schäden bei der Behandlung der Folgekultur vermieden werden. Die Reinigungsflüssigkeit verbleibt auf dem Feld, Punkteinträge durch Kontamination von Hofabläufen werden verhindert. Dieses Vorgehen erfordert jedoch einen gewissen Zeit- und Arbeitsaufwand, zumal bei vielen Geräten eine effektive Reinigung mehrere Zyklen erfordert, bei denen der Bediener abwechselnd mehrere Ventile am Gerät betätigen und die Reinigungsflüssigkeit ausbringen muss. Bedienfehler können den Reinigungserfolg beeinträchtigen. Diese Nachteile werden vermieden, wenn das Pflanzenschutzgerät mit elektrischen Ventilen ausgestattet ist, die in einem automatisierten Reinigungsprozess vom Spritzcomputer gezielt gesteuert werden. Der Bediener muss dann nicht mehr vom Traktor absteigen, der Zeitaufwand für die Reinigung wird minimiert und der Reinigungserfolg optimiert.

Systeme zur Innenreinigung können mit einer in ISO 22368-1 [6] definierten Testmethode geprüft werden. Dabei wird der Spritzflüssigkeitsbehälter komplett mit einer 1%-igen Kupferoxychlorid-Suspension befüllt und über die Düsen ausgebracht. Nach dem durch den Hersteller programmierten oder vorgegebenen Reinigungsprozess wird der Spritzflüssigkeitsbehälter komplett neu mit Wasser befüllt und die Restkonzentration des Kupferoxychlorids bestimmt.

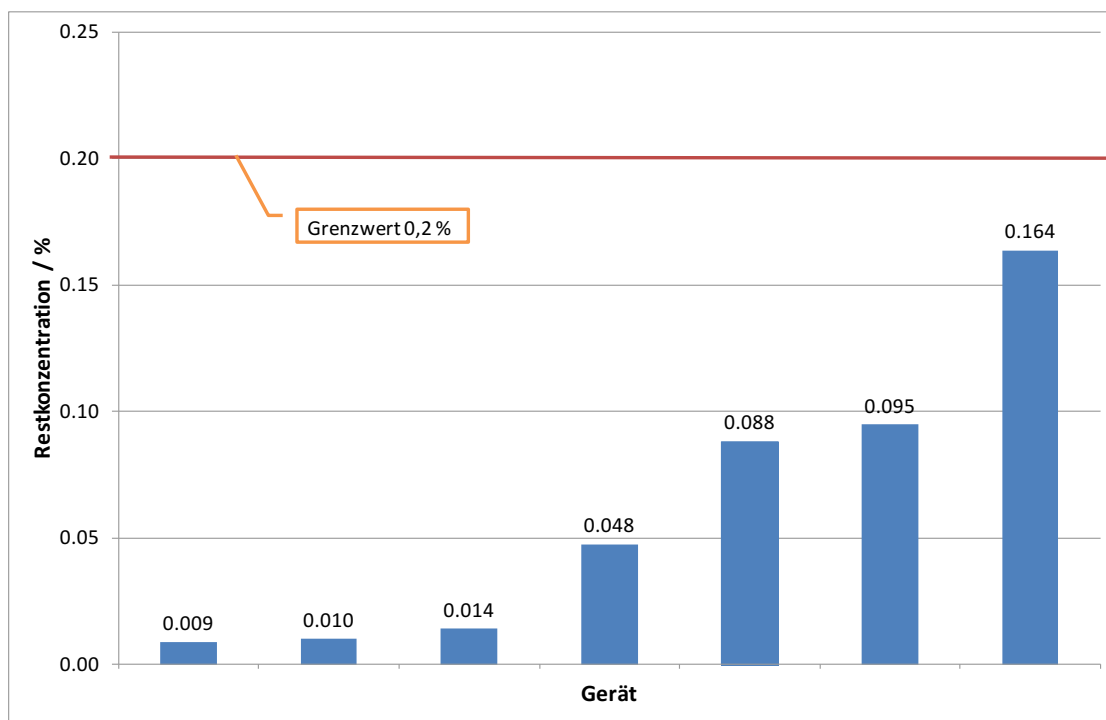


Bild 5: Ergebnisse der Innenreinigung bei verschiedenen Pflanzenschutzgeräten.

Figure 5: Internal cleaning results for several sprayers.

Am JKI ist die Reinigungswirkung verschiedener Systeme zur automatischen Innenreinigung vergleichend getestet worden. Alle diese Systeme haben die in ISO 16119-2 [7] vorgegebene Reinigungswirkung erreicht und den dort definierten Grenzwert der Restkonzentration von 0,2% zum Teil deutlich unterschritten (**Bild 5**). Der Zeitbedarf für den kompletten Reinigungsvorgang lag in vielen Fällen unter 10 min. Bei einigen Systemen blieb noch Klarwasser übrig, um beispielsweise eine Außenreinigung vorzunehmen.

Zusammenfassung

In den letzten Jahren wurden verschiedene elektronische Systeme für Pflanzenschutzgeräte entwickelt, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu verbessern. Immer mehr Geräte werden mit Spritzcomputern ausgestattet, zunehmend auch mit ISO-Bus. Der Funktionsumfang dieser Computer geht inzwischen weit über die klassische Aufwandmengenregelung hinaus. Eine Vielzahl von elektronischen Lösungen zur Automatisierung von Funktionen, wie Teilbreitenschaltung oder Höhenführung des Spritzgestänges, tragen dazu bei, Pflanzenschutzmittel genauer, produktiver und umweltgerechter zu applizieren.

Es ist notwendig, elektronische Systeme im Rahmen der Pflanzenschutzgeräteprüfung zu beurteilen. Dazu wurden am JKI bereits verschiedene Prüfstände und Testmethoden entwickelt. Tests elektronischer Systeme zeigen, dass es nicht immer vollständig gelingt, diese Technologien in die vorhandenen mechanischen und hydraulischen Systeme zu integrieren. Dies erfordert auch die Entwicklung begründeter Testkriterien, die durch die elektronischen Systeme eingehalten werden müssen. Testmethoden und -kriterien müssen dann in die ein-

schlägigen europäischen und internationalen Normen einfließen, um eine einheitliche Bewertung zu gewährleisten.

Literatur

- [1] Rietz, S., B. Pályi, H. Ganzelmeier und A. László: Performance of electronic controls for field sprayers. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 68 (1997) Heft 4, S. 399-407.
- [2] Luck, J.D., R.S. Zandonadi, B.D. Luck und S.A. Shearer: Reducing pesticide over-application with map-based automatic boom section control on agricultural sprayers. *Transactions of the ASABE*, 53 (2010) Heft 3, S. 685-690.
- [3] Herbst, A., H.-J. Osteroth und M. Spranger: A new method for testing GPS based boom section switching systems. *Aspects of Applied Biology*, 114 (2012), S. 137-142.
- [4] Griffith, J.; Strelloff, B. und J. Schnaider: The Hockley Index. *American Society of Agricultural and Biological Engineers Annual International Meeting 2012, ASABE 2012 Vol. 2*, S. 1325-1332
- [5] Herbst, A., H.-J. Osteroth, W. Fleer und H. Stendel: A method for testing automatic spray boom height control systems. *ASABE Paper Number 152150720* (2015).
- [6] ISO 22368-1:2004. Crop protection equipment - Test methods for the evaluation of cleaning systems - Part 1: Internal cleaning of complete sprayers.
- [7] ISO 16119-2:2013. Agricultural and forestry machinery - Environmental requirements for sprayers - Part 2: Horizontal boom sprayers.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 08.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Herbst, Andreas: Elektronische Systeme bei Pflanzenschutzgeräten. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): *Jahrbuch Agrartechnik 2016*. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64178>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/284.html>

Halmgutmähen und Halmgutwerben

Johannes Bührke, Steffen Hanke

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, Technische Universität Braunschweig

Kurzfassung

Der in den letzten fünf Jahren zu beobachtende Trend des rückläufigen Marktes der Mähwerke, Wender und Schwader hält weiterhin an. Der Milchpreis und die damit stark korrelierenden verkauften Stückzahlen fielen weiter.

Im Produktbereich der Mähwerke wurden von den Herstellern Optimierungen zur Erhöhung der Schlagkraft, der Einsatzsicherheit und Optimierungen an Antriebssträngen vorgestellt. Im Produktbereich des Halmgutwerbens erweitern viele Hersteller ihr Produktangebot um weiterer Arbeitsbreiten oder setzen auf die Verbesserung der Arbeitsqualität.

Die Forschungsarbeiten zum Thema Halmgutwerben beschäftigten sich u.a. mit der Simulation und der Messung von Belastungen. Zudem fanden Untersuchungen zum Arbeitszeitbedarf sowie zur niederschlagsabhängigen Eigenschaftsänderung von Schwaden unterschiedlicher Dichte statt.

Schlüsselwörter

Mähwerke, Wender, Schwader

Mowing and Treatment of Hay

Johannes Bührke, Steffen Hanke

Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, Technische Universität Braunschweig

Abstract

The declining trend of soled mower-, tedder- and swather-units is still continuing. The price of milk per kilogram and the correlating sold units fell further.

In the product area of mowers, the manufacturers presented solutions in order to increase productivity, operational safety and several optimizations in drivetrains. In the product area of tedders and swathers, manufacturers are expanding their portfolio by larger working width or optimizations concerning work quality.

Research on process simulation and fatigue life assessment as well as load and worktime measurements on swathes was publicized. Furthermore, a study on the effect of rainfall on switchgrass and corn stover was carried out.

Keywords

Mowers, Tedders, Swathers

Markt- und landwirtschaftliche Situation

Die Landtechnikbranche kämpft in den letzten Jahren im Bereich der Mähwerke, Wender und Schwader mit einem rückläufigen Trend. Im 4. Jahr in Folge haben die Verkaufszahlen abgenommen. Im Vergleich zum Jahr 2011/12 zum aktuellen Geschäftsjahr 2015/16 ist ein Rückgang von 7.020 verkauften Einheiten zu verzeichnen, was rund 32% entspricht [1; 2].

Der abwärts gerichtete Trend ist auf die Milchpreis-Krise der letzten 2-3 Jahre zurückzuführen. Wie in **Bild 1** dargestellt, können Abhängigkeiten zwischen Milchpreis und verkauften Einheiten Grünlandtechnik identifiziert werden [3].



* Angabe Kalenderjahr (z.B. Saison 01/02 entspricht Kalenderjahr 2002) Tatsächliche Inhaltsstoffe, Ab Hof, Ohne Mwst.

** 2002-2013 Preise für angelieferte Rohmilch, ab 2013 Preise für konventionelle und ökologisch/ biologisch erzeugte Kuhmilch

*** Vorläufige Angabe (Jan. bis Sept. 2016)

Bild 1: Verkaufszahlen in Deutschland von Mähwerken, Wendern und Schwadern nach VDMA sowie Rohmilchpreis [1; 2; 4].

Figure 1: Sales of mowers, tedders and swathers in Germany according to VDMA and price of milk [1; 2; 4].

Anzunehmende Gründe für eine solche Entwicklung können u.a. die EU-Milchquotenregelung ab Mai 2014, das Überangebot an Milch und Milcherzeugnissen in Europa oder die Einfuhrsanktionen seitens Russlands sein. Entsprechende Milchpreise unterhalb von 35 Cent je Kilogramm können für Landwirte nur schwer kostendeckend sein, was in einem entsprechend zurückhaltenden Investitionsverhalten resultiert [3].

Einsatzbereite Neuvorstellungen

Halmgutmähen

Das Unternehmen CLAAS präsentierte ein neues Mähwerk namens DISCO 1100 TREND mit 10,70 Metern Arbeitsbreite. Neben der hohen Schlagkraft, um bei ungünstigen Witterungen eine zügige Ernte zu gewährleisten, soll eine einfache Bedienung gewährleistet werden. Im Gegensatz zum DISCO 1100 C BUSINESS wird das neue Mähwerk ohne Aufbereiter geliefert [5].

Die Mähkombination NOVACAT A10 wurde von der Firma Pöttinger vorgestellt und kann in Kombination mit einem 3,0 m bzw. 3,5 m Frontmäher eingesetzt werden. Bei der Kombination sind ein neuer Antriebsstrang Y DRIVE und eine beidseitige, hydraulische Anfahrssicherung NONSTOP LIFT verbaut. Beim Y DRIVE kommen Standardgelenkwellen mit einer geringen Abwinkelung zum Einsatz. Dies ermöglicht die Positionierung der Überlastkupplung direkt am Getriebe. Mittels dem NONSTOP LIFT heben sich die Mähbalken bei Hinderniskontakt aus. Wird der Auslösedruck überschritten, werden die Ausleger nach hinten geschwenkt und zusätzlich nach vorne hochgedreht. Größere Schäden auch bei höheren Geschwindigkeiten werden so vermieden [6].

Eine weitere Verbesserung im Bereich der Scheibenmähwerke zeigt Pöttinger mit dem neuen Antriebsstrang TRI DRIVE. Gleichgroße Zahnräder treiben die Mähscheiben an, wodurch sich drei Zähne im Eingriff befinden. Das Ergebnis ist u.a. ein sanfteres Anlaufverhalten und der reduzierte Geräuschpegel [7].

Auch in diesem Jahr zeigten sich wieder Bemühungen zur Verbesserung des Tierschutzes. Anders als bei der im Vorjahr gezeigten mechanischen Aufschreckeinrichtung, wurde nun mit akustischen Einrichtungen zum Aufscheuchen von Tieren im Grünland experimentiert. Die per Batterie oder direkt über das Traktorbordnetz betriebenen Sirenen werden an Front- oder Heckmäherwerk befestigt und strahlen in Fahrtrichtung wechselnde Frequenzen auf das Grünland ab, um sich abduckende Rehkitz, Fasane oder Hasen aufzuscheuchen [8].

Halmgutwerben

Im Bereich der Schwader erweitert CLAAS seine Produktpalette um die Modelle LINER 1600, 1600 TWIN und den LINER 1700 (Arbeitsbreite 6,20 - 6,90 m). Die Schwader sind einfach aufgebaut und ohne Terminal bedienbar. Die Kreisel sind einzeln aufgehängt und können sich in alle Richtungen bewegen, sodass eine optimale Bodenanpassung gewährleistet wird. Weiterhin wird durch die frei beweglichen Kreiselfahrwerke ein Radieren der Räder vermieden. Neue Eigenschaften bei den Modellen sind u.a. ein breiterer und stabilerer Stützfuß oder ein Drosselventil zur Einstellung der Senkgeschwindigkeit [9].

Krone bietet seit diesem Jahr drei neue Mittelschwader mit Arbeitsbreiten zwischen 5,70 - 10,00 Metern (Swadro TC 640, Swadro TC 930, Swadro TC 1000) an. Kennzeichnend für die neuen Schwader sind eine robuste Bauart, die kardanische Kreiselaufhängung und die Krone-Liftzinken. Letztere minimieren die Futterverschmutzung und verbessern die Futterqualität [10].

Die erwähnte Lift-Technik setzt Krone ab dem Baujahr 2016 serienmäßig bei Einkreiselschwadern ein. In einem DLG-Test wurden Maschinen mit und ohne Liftzinken verglichen. Maschinen mit Liftzinken weisen bei gleicher Fahrgeschwindigkeit und Arbeitstiefe geringere Rechenverluste auf. Die detaillierten Ergebnisse können in der entsprechenden Literaturstelle nachgelesen werden [11; 12].

CROSS FLOW ist der Name des von Pöttinger vorgestellten Systems zur Schwadzusammenführung bei Mähwerken ohne Aufbereiter. Das System stellt eine kostengünstige Alternative zu den bekannten Lösungen dar und besteht aus einem Mähwerk mit einer Querförderschnecke. Vorteile sind laut Herstellerangaben ein sauberes Feld, sauberes Futter und Verlustfreiheit, durch das geschlossene System der Querförderschnecke [13].

Die Firma Reiter Innovative Technology hat einen neuartigen Schwader vorgestellt. Die als sogenannte Merger bekannte Bauform besteht aus einer Pick-Up und einem Förderband, welches das Gut aufnimmt und anschließend zur Seite fördert. Durch die patentierte elastische Pick-Up mit sehr kleinem Durchmesser aber sechs Zinkenreihen und geringen Umfangsgeschwindigkeiten verspricht sich der Hersteller nach eigenen Angaben sauberes Futter, weniger Bröckelverluste und eine gesteigerte Produktivität durch höhere Arbeitsgeschwindigkeiten. Die Pick-Up bietet eine sehr gute Bodenanpassung und liegt in der 3 Meter Variante für eine exakte Bodenführung auf 4 Tastellern auf. Arbeitsgeschwindigkeiten von bis zu 20 km/h sollen erreicht werden. Das Förderband ist in 700 mm und 1.000 mm Breite lieferbar. Das modulare System kann bis 7 Meter Breite in einem Zug gebaut werden. Derzeit sind 3 Meter breite Vorserienmaschinen im Einsatz und in Zukunft lassen sich Bandschwader bis 14 Meter realisieren. In **Bild 2** ist die schematische Funktionsweise dargestellt [14].

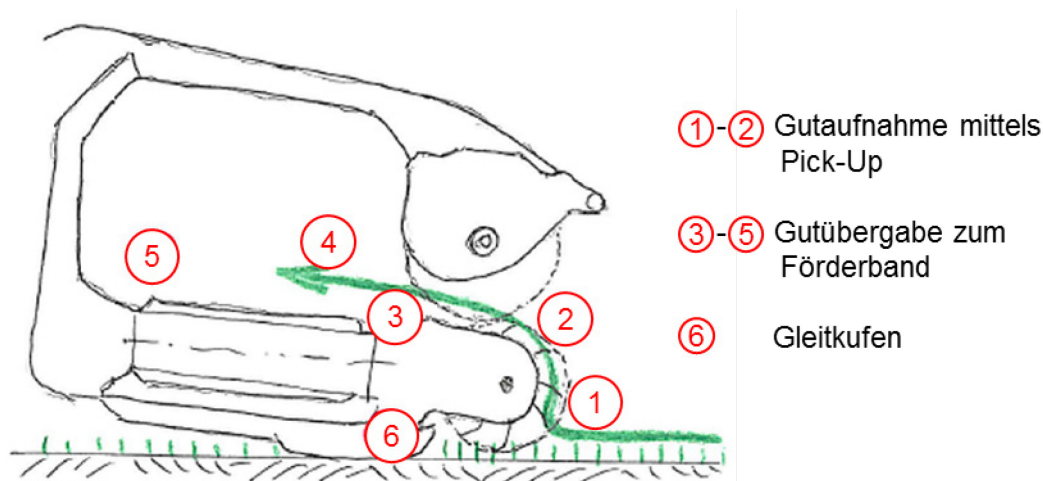


Bild 2: Schematische Darstellung des Querschnitts vom Bandschwader, nach [15] abgeändert.

Figure 2: Schematic Cross section of the elastic draper rake, adapted from [15].

Wissenschaft und Forschung

An der Universität in Hohenheim beschäftigte sich Herr Paraforos mit der Beurteilung der Betriebsfestigkeit von Landmaschinen. Am Beispiel eines Vierkreiselschwaders wurden Un-

tersuchungen in Form von Simulationen und Messungen unter realistischen Bedingungen sowie auf dem Prüfstand durchgeführt. Die Versuche wurden an einem CLAAS LINER 4000 unter anderem auf dem Prüfstand des DLG Test Centers in Groß-Umstadt durchgeführt (**Bild 3**) [16].



Bild 3: Schwader auf dem Rundlaufprüfstand der DLG in Arbeitsposition [16].

Figure 3: Swather at the test facilities under swathing condition [16].

Auf Basis der durchgeführten Arbeiten soll nun eine beschleunigte Lebensdauerprüfung für die schnelle Betriebsfestigkeitsbewertung von Prototypen möglich sein. Auf dem Rundlaufprüfstand wurden Lasten in allen Betriebsarten und bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten aufgezeichnet. Die Größe und das Gewicht der Maschine verursachen in Arbeits- und Straßenkonfiguration stark unterschiedliche Beanspruchungen der Struktur, was sich entsprechend auf den akkumulierten Schaden auswirkt. Der bei den beschleunigten Betriebsfestigkeitsuntersuchungen ermittelte Beschleunigungsfaktor betrug 3,3. Die Gestaltung von Prüfständen zum Abbilden realer Lasten im Rahmen der Betriebsfestigkeitsuntersuchung an Landmaschinen wird laut Bericht in Zukunft eine wichtige Rolle einnehmen [16; 17].

Khanchi und Birrell führten an der Iowa State University eine Studie über den Einfluss von Niederschlag und Schwaddichte auf Eigenschaftsänderungen des Halmgutes während der Trockenphase durch. In Abhängigkeit des Niederschlags und der gelegten Schwaddichte wurden die chemische Zusammensetzung (S, P, K, Ca, Mg und Hemicellulose) sowie der Trockensubstanzverlust von Heu und Maisstroh gemessen. Dichtere Schwade zeigten sich weniger anfällig gegen das Lösen der chemischen Bestandteile. Dabei werden wünschenswerte als auch unerwünschte Komponenten gleichermaßen ausgewaschen. Vor dem Hintergrund der Ethanolherstellung gilt es daher, die wasserlöslichen Kohlenhydrate während der Trocknungszeit zu schützen. Die Untersuchung der Trockenmasseverluste zeigte bei Heu einen Verlust von 6% und bei Maisstroh einen Verlust von 9% [18].

Ebenfalls an der Universität in Hohenheim wurde der Einfluss der Flächenstruktur auf Einsatzprofile des Schwadens untersucht. Die unterschiedlichen Betriebs- und Flächenstrukt-

ren wurden dabei durch drei ausgewählte Testbetriebe in Süd-, West- und Ostdeutschland repräsentiert. Die durchschnittliche Schlaggröße reichte dabei von 1,83 ha bei Betrieb "Süd" (141,17 ha Gesamtfläche) bis zu 10,44 ha bei Betrieb "Ost" (523,18 ha Gesamtfläche). Weitere Kenngrößen der Testbetriebe sind in Quelle [19] zu finden. Auf diesen Betrieben wurden mittels ISOBUS Datenlogger, an einer Traktor-Schwader-Kombination, georeferenzierte Daten zur Einsatzprofilerstellung aufgezeichnet. Die aufgezeichneten Messdaten (z.B. Motordrehzahl und Moment, Drehzahl an der Zapfwelle, Position des Heckkrafthebers, Geschwindigkeiten und Kraftstoffverbrauch) sowie Daten zur Flächenstruktur (z.B. Anzahl der Schläge, Gesamt und Teilflächengröße, Hof-Feldentfernung) wurden für die Arbeitszeitanalyse ausgewertet. In **Bild 4** ist das Ergebnis dieser Analyse gezeigt [19].

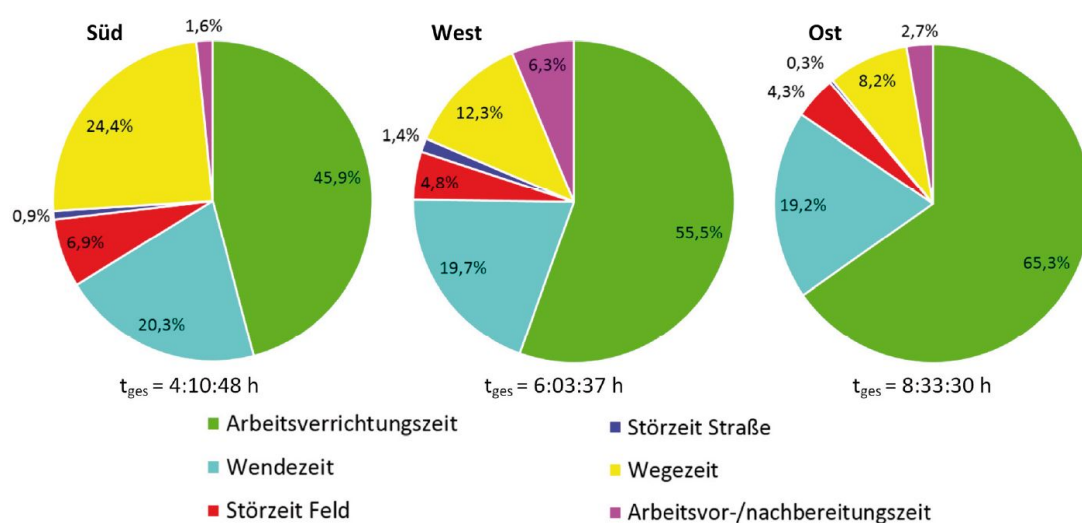


Bild 4: Ergebnis der Arbeitszeitanalyse der Betriebe mit süd-, west- und ostdeutscher Flächenstruktur. Dargestellt ist der Durchschnitt der Einsatzprofile über den beobachteten Zeitraum [19].

Figure 4: Result of the working time analysis of farms in south, west and east of Germany. The average application profiles are shown [19].

Diese Messungen zeigen anschaulich die agrarstrukturellen Unterschiede innerhalb Deutschlands auf. Bei der Auswertung der Einsatzzeiten ist zu erkennen, dass der Arbeitszeitanteil für die Wegezeit im süddeutschen Raum knapp dem dreifachen des ostdeutschen Raumes entspricht. Wohingegen der Anteil der Wendezeit kaum durch die Struktur beeinflusst wird. Da neben der Zeiterfassung auch andere Maschinendaten gesammelt wurden, soll das Verfahren auch dazu genutzt werden können, um Anwendern (Beispielsweise Lohnunternehmern) eine wesentlich spezifischere Kostenabrechnung zu ermöglichen. Dazu fehlt momentan noch eine praxisnähere Erfassung des Heckkraftheber-Zustandes [19].

An der Universität in Kassel untersuchten Böhne und Hensel die unterschiedlichen Verfahrensschritte der Heubereitung unter anderem hinsichtlich Werbungsverlusten und Trocknungseigenschaften. Die detaillierten Ergebnisse dieses Forschungsprojektes sind u.a. online verfügbar [20].

Zusammenfassung

Die Marktentwicklung im Bereich der Mähwerke, Wender und Schwader ist weiterhin rückläufig und der Milchpreis befindet sich auf dem niedrigsten Stand seit 2009. Die Verkaufszahlen der Maschinen gingen um 17 % auf 14.735 zurück.

Die einsatzbereiten Neuvorstellungen waren geprägt durch Detailverbesserungen sowie einiger Produktneuheiten zur Steigerung von Effizienz, Einsatzsicherheit und Schlagkraft. Ein neuartiger elastischer Bandschwader wurde vorgestellt.

Aktuelle Forschungsthemen fanden sich vor allem auf dem Gebiet der Arbeitszeitanalyse und der Beurteilung der Betriebsfestigkeit von Maschinen sowie in der Untersuchung der Niederschlagsauswirkung auf abgelegte Grass- und Maisstroh-Schwade.

Literaturverzeichnis

- [1] Arnold, L.: VDMA Landtechnik: Schwieriges Saisongeschäft für Futtererntetechnik.
<http://www.agrarheute.com/agrartechnik/news/vdma-landtechnik-schwieriges-saisongeschaeft-fuer-futtererntetechnik>, 12.12.2016.
- [2] Hanke, S. und Bührke, J.: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Jahrbuch Agrartechnik 2015. S. 1–7. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge.
- [3] Kutschenreiter, W.: Markt I Unternehmen I Führung, Agrartechnik business (2016) H. 17. S. 1–7.
- [4] 423: Preise für ökologische/biologisch erzeugte Kuhmilch.
http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/_functions/TabelleMilchpreiseProMonat2016.html?nn=2304392, 12.12.2016.
- [5] CLAAS: Hohe Schlagkraft, einfache Bedienung: CLAAS stellt Mähwerk DISCO 1100 TREND mit 10,70 m Arbeitsbreite vor. Bad Saulgau/Harsewinkel Juni 2016.
- [6] Pöttinger: NOVACAT A10: Der neue Standard für Mähkombinationen: Neuer Antriebsstrang für längere Lebensdauer August 2016.
- [7] Pöttinger: Pöttinger-Mähwerke mit neuer Zahnradoptimierung: Sichere Kraftübertragung durch TRI DRIVE Februar 2016.
- [8] (Keine Angabe): Kleiner Kasten rettet Rehkitze, dlz agrarmagazin (März 2016). S. 92–95.
- [9] CLAAS: CLAAS LINER Seitenschwader: Drei neue Modelle für jeden Bedarf. Bad Saulgau/Harsewinkel Juni 2016.
- [10] KRONE: Presse-Information: Krone ergänzt Produktpalette bei Mittelschwadern. Spelle 2016.
- [11] KRONE: Presse-Information: Kleine Schwader mit geprüfter Lift-Technik. Spelle.
- [12] DLG e.V: DLG-Prüfbericht 6244F: Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH Seitenschwader TS 680 Twin. Groß-Umstadt November 2014.
- [13] Pöttinger: Pöttinger gelingt Revolution: Die Schwadzusammenführung ohne Aufbereiter September 2016.

- [14] -, -: RT Engineering: Futter aufnehmen statt kehren, Eilbote (2016) H. 33. S. 19.
- [15] RT Engineering GmbH: Die neue Pick-up Technologie II. <http://www.rt-e.net/die-neue-pick-up-technologie-ii>, 13.12.2016.
- [16] Paraforos, D. S.; Griepentrog, H. W. und Vougioukas, S. G.: Methodology for designing accelerated structural durability tests on agricultural machinery, Biosystems Engineering 149 (2016). S. 24–37.
- [17] Paraforos, D.: Fatigue life assessment and accelerated durability testing of agricultural machinery using load measurements and surface profile mapping. Hohenheim 2016.
- [18] Khanchi, A. und Birrell, S. J.: Effect of rainfall and swath density on dry matter and composition change during drying of switchgrass and corn stover, Biosystems Engineering 153 (2017). S. 42–51.
- [19] Kortenbruck, D.; Geiger, J.; Paraforos, D.; Prof. Griepentrog, H. und Holzhauer, A.: Einfluss der Flächenstruktur auf Einsatzprofile von Landmaschinen am Beispiel des Schwadens. In: Land.Technik 2016. S. 463–468.
- [20] Bohne, B. und Hensel, O.: Verbesserung der Heubergetechnik: Improvement of hay processing. Universität Kassel 2016.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 13.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bührke, Johannes; Hanke, Steffen: Halmgutmähen und Halmgutwerben. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64179>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/286.html>

Halmgutbergung

Florian Schramm, Frederick Sümening

Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, TU Braunschweig

Kurzfassung

In der Saison 2015/2016 sind die Absatzzahlen bei den Landmaschinen in der Halmgutwerbung aufgrund geringer Erzeugerpreise in der Landwirtschaft deutlich abgefallen. Dies wirkt sich am stärksten auf den Absatz von Ladewagen aus, Großpackenpressen hingegen können einen kleinen Zuwachs verbuchen.

Bei den Feldhäckslern ist ein gleichbleibender Trend zu mehr Effizienz zu verzeichnen. Umgesetzt wird dies durch die Verwendung von Assistenzsystemen, die den Fahrer entlasten und die Maschinen in optimalen Betriebspunkten betreiben. Versuche zeigen die Entkopplung von Aggregaten vom Powerbelt am Vorsatzantrieb sowie beim Wurfbeschleuniger. Auch bei den Pressen nehmen Assistenzsysteme weiterhin zu. Diese ermöglichen hohe Pressdichten und gleichmäßige Ballen bei gleichzeitiger Fahrerentlastung. Die Messeranzahl, vor allem beim Pressen von Stroh, wird weiter gesteigert. Lade- und Häckseltransportwagen erhalten Verbesserungen im Bereich des Fahrwerks und der Knickdeichselsteuerung.

Schlüsselwörter

Ballenpressen, Ladewagen, Häckseltransportwagen, Feldhäcksler

Crop Harvesting

Florian Schramm, Frederick Sümening

Institute of Mobile Machines and Commercial Vehicles, TU Braunschweig

Abstract

In the 2015/2016 season, the sales figures for crop harvesting fell notably due to low producer prices in agriculture. This has the greatest impact on the sales of loader wagons. Large square balers instead are showing a small increase.

In the case of forage harvesters, there is a constant trend towards greater efficiency. This is achieved by the use of assistance systems which support the driver and operate the machine at optimum operating points. The decoupling of assemblies from the powerbelt was introduced on the chopper attachments as well as on the crop accelerator. Also in balers, assistance systems continue to grow. These enable high press densities and evenly shaped bales with simultaneous driver relief. The number of knives, especially for straw, increased further. Loader and transport wagons improved in the chassis and the pivoting drawbar control.

Keywords

Balers, loader-wagons, harvest transport wagons, forage harvesters

Marktentwicklung

Der Feldhäckslermarkt steht in Deutschland in enger Verknüpfung zu den Biogasanlagen. Hier hat sich nach dem Boom in den letzten Jahren die arbeitsrelevante elektrische Leistung der Anlagen auf einem nahezu konstanten Niveau von 3.720 MW - 3.730 MW eingependelt und damit hat der Häckslerbedarf, mit einem Rückgang von mehr als 10 %, das Niveau vor dem Boom erreicht [1 bis 4]. Das spiegeln auch die verkauften Häckslerstückzahlen von ca. 500 bis 550 Einheiten pro Jahr in Deutschland wider und der Markt wird auch für die nächsten Jahre als stabil angesehen [5]. Der weltweite Gesamtmarkt ist ebenfalls bei knapp 3.000 Einheiten stabil. Hier kann die teilweise sprunghafte Entwicklung von Märkten wie China schwache Absatzzahlen aus Regionen wie Russland ausgleichen. Betrachtet man die verkauften Feldhäcksler im Detail, hat der Trend zu immer leistungstärkeren Maschinen nachgelassen. Der Großteil der Maschinen befindet sich im Leistungsbereich von 330 bis 590 kW [5].

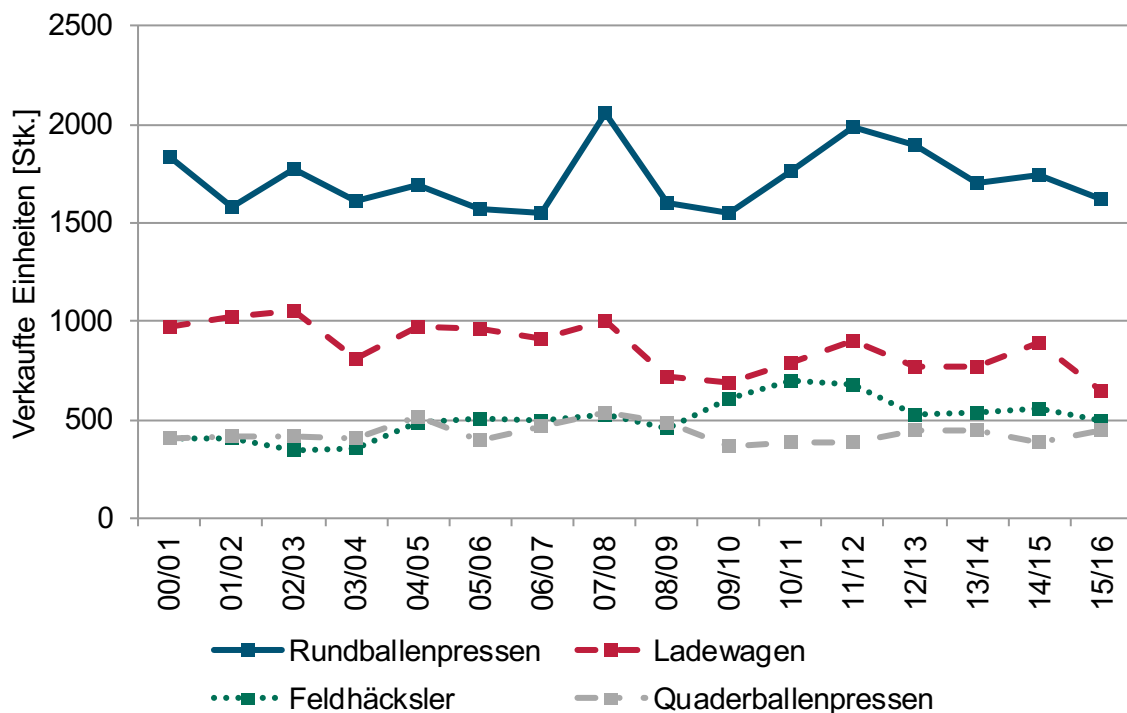


Bild 1: Verkaufszahlen für Halmgutbergetechnik in Deutschland [3; 4; 6].

Figure 1: Sales figures for crop harvesting machines in Germany [3; 4; 6].

Die Absatzzahlen von Ladewagen sind nach einem mit 895 Einheiten sehr starken Jahr 2015 um über 27 % auf 650 Einheiten gesunken und stellen damit die geringsten Absatzzahlen in Deutschland in den letzten 15 Jahren dar [4].

Im Bereich der Pressen zeigen sich unterschiedliche Trends. Der Absatz von Rundballenpressen ist um 7 % zurückgegangen. Quaderballenpressen hingegen konnten um 16 % zulegen. Insgesamt verschieben vor allem kleinere Betriebe ihre Investitionen auf Folgejahre aufgrund geringer Erzeugerpreise [6].

Feldhäcksler

Das zentrale Thema der Entwicklungstendenzen bei Feldhäckslern ist weiterhin die Effizienzsteigerung der Maschinen. Die Effizienzsteigerung kann dabei zur Kraftstoffeinsparung oder zur Produktivitätssteigerung genutzt werden. Die Maßnahmen führen zum Betrieb der Maschinen in optimalen Lastbereichen. Die Fahrer werden dazu durch intelligente Assistenzsysteme wie automatische Anhängerfüllsysteme entlastet und über Grenzlasterysteme werden die Maschinen an ihrer Leistungsgrenze betrieben. Zudem tritt die Betrachtung der Erntekette als Ganzes weiter in den Fokus. Telematiksysteme zur automatischen Auftragsverwaltung und Steuerung der Häckselkette führen zu einer Aufwandsersparnis und Steigerung der Arbeitsleistung [5; 7].

Krone rüstet seine Feldhäckslerbaureihen 700 und 770 ab der Saison 2017 mit V8-Motoren des Schweizer Unternehmens Liebherr aus. Für die Motoren mit 16.16 l Hubraum werden Motordauerleistungen 528 kW und 561 kW angegeben. Die Motorwartungsintervalle der Häcksler verlängern sich auf 1.000 h. Die verbauten Motoren sollen sich durch ein hohes Drehmoment auch bei niedrigen Drehzahlen auszeichnen, sodass auch bei stark schwankenden Erntebedingungen eine hohe Prozesssicherheit gewährleistet ist [8].

Auch Fendt wechselt bei dem kleineren Katana 65 den Motorenhersteller. Zur Erfüllung der Tier 4 final Abgasnorm kommt zukünftig an Stelle des Mercedes-Benz V8 Motors ein MTU Reihensechszylinder mit 15,6 l Hubraum und 460 kW zum Einsatz, bei dem eine extern gekühlte Abgasrückführung sowie eine SCR-Abgasnachbehandlung eingesetzt wird. Im Rahmen der ersten größeren Modellpflege wird der Katana 65 zusätzlich durch viele Funktionen aus dem größeren Katana 85 ergänzt. So übernimmt der Katana 65 den Unterbau der größeren Typen einschließlich größerer Tanks und einer neuen Siliermittelanlage. Der neue Tank und das Rahmenkonzept tragen zu einer Gewichtsreduzierung von rund 1.000 kg bei. Im Bereich des Gutflusses bietet Fendt nun drei unterschiedliche Messertrommeln an. Die Gegenschneideneinstellung erfolgt automatisch über zwei Linearmotoren [9].

Claas präsentierte die überarbeitete Baureihe des Jaguar 900 (Typ 498). Zur Erhöhung der Arbeitsqualität und Verbesserung der Prozesseffizienz stellt Claas eine neue Gegenschneidenklemmung und einen automatisch nachstellbaren Trommelboden vor. Die Gegenschneide wird hydraulisch geklemmt, wodurch sie zuverlässig in der gewünschten Position bleibt. Der Trommelboden ist jetzt direkt am Amboss der Gegenschneide sowie einem weiteren Drehpunkt befestigt. Dadurch wird er beim Einstellen der Gegenschneide gekoppelt mitgeführt, sodass der Abstand zwischen Trommelboden und Häckselmesser über die gesamte Länge des Trommelbodens konstant bleibt. Für den Fahrantrieb verbaut Claas einen Doppelverstellmotor. Durch den großen Übersetzungsbereich können bei Straßenfahrten sowie beim Ernteeinsatz am Vorgewende die Motordrehzahlen zur Kraftstoffeinsparung abgesenkt werden.

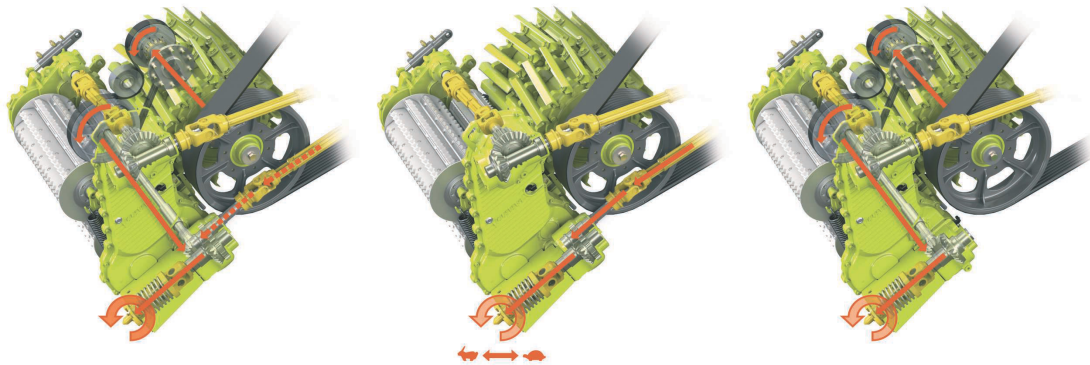


Bild 2: Varianten für den Vorsatzantrieb beim Claas Jaguar: mechanisch mit hydrostatischer Unterstützung, rein hydrostatisch, mechanisch [10].

Figure 2: Option for the front attachment drive at the Claas Jaguar: mechanically with hydrostatic support, purely hydrostatic, mechanical [10].

Für den Vorsatzantrieb bietet Claas drei Varianten an, die je nach Einsatzprofil gewählt werden können (**Bild 2**). Der hydrostatische Vorsatzantrieb bietet die Möglichkeit, die Vorsatzdrehzahl variabel unabhängig von der Trommeldrehzahl anzupassen. Durch eine automatische Anpassung bei Veränderung der Schnittlänge und somit Einzugsgeschwindigkeit kann ein gleichbleibender Gutfluss gewährleistet werden. Der mechanische Antrieb wird weiterhin angeboten und kann zusätzlich mit dem hydrostatischen Antrieb kombiniert werden, wodurch die Antriebsleistung erhöht wird. Bei rein hydrostatischem Vorsatzantrieb bietet Claas eine automatische Erkennung und Einstellung des Vorsatzgerätes an. Zur weiteren Fahrerentlastung wurde das AutoFill-System zur automatischen Überladung um die Funktion der Hecküberladung erweitert [11].

Krone stellte 2015 das System StreamControl vor, bei dem mittels einer Klappenverstellung der Gutfluss und die Wurfweite des Wurfbeschleunigers beeinflusst werden kann [12; 13]. Ein weiterer Ansatz zur variablen Einstellung des Wurfbeschleunigers wurde auf der VDI-Tagung LandTechnik von der Hochschule Düsseldorf in Kooperation mit der Firma Krone vorgestellt. Der Wurfbeschleuniger wurde vom Antriebsstrang des Feldhäckslers entkoppelt und über einen Elektromotor mit einer Nennleistung von 80 kW angetrieben. Die erforderliche Antriebsenergie wurde dieselektrisch über einen Generator bereitgestellt. Zum vorgestellten Zeitpunkt wurde die Drehzahl manuell gesteuert. In Feldversuchen wurde die Drehzahl um bis zu 60 % verringert. Dabei konnte eine Verringerung der mechanischen Leistung des Wurfbeschleunigers um bis zu 80 % beobachtet werden. Die Wurfweite wurde dadurch signifikant verringert und die Wurfleistung hauptsächlich von der Trommel übernommen [14].

Die Messerschärfe hat bei Feldhäckslern einen großen Einfluss auf den Kraftaufwand und die Schnittqualität. Gleichzeitig verursacht zu häufiges Schleifen einen hohen Messerververschleiß und Kosten durch Stillstandszeiten. Daher ist der Bedarf an Online-Erkennungsverfahren der Messerschärfe sehr groß. John Deere stellte hierzu auf der Agri-technica 2015 ein System vor, um mittels spezieller Sensoren die Messerschärfe und den Schneidspalt zu erfassen. [13; 15]. In einem von der BLE geförderten Forschungsvorhaben arbeiten die Universität Kassel und die Hochschule Schmalkalden mit der Firma Claas als

assoziiertem Partner an einer Echtzeit-Erkennung der Messerschärfe auf Grundlage der Auswertung von Körperschallsignalen. Dafür wurden selbstfahrende Feldhäcksler mit Beschleunigungssensoren an der Gegenschneide, am Trommelgehäuse und an der Kabine ausgestattet. In Ernteeinsätzen in verschiedenen Gutarten wurden damit Messdaten mit geschliffenen und ungeschliffenen Messern erfasst. Zusätzlich wurde die Schnittkantenqualität mittels einer Bildanalyse erfasst. Durch Klassifizierung der Körperschallsignale können diese dem jeweiligen Messerzustand zugeordnet werden. Damit solle es nach Aussage des Autors möglich sein, Messer unterschiedlicher Schärfe zu unterscheiden [16; 17].

Pressen

Bei den Ballenpressen sind in diesem Jahr zwei wesentliche Trends zu erkennen. Es werden sehr kurze Schnittlängen bei Stroh und allgemein sehr dichte Ballen gefordert. Kurzstroh eignet sich besonders zur Einstreu in Stallungen, aber auch zur Pansenstimulation bei der Fütterung von Wiederkäuern. Technisch werden die kurzen Schnittlängen durch neue Messeranordnungen realisiert, die eine Steigerung der Messeranzahl ermöglichen. Hohe Ballendichten sind vor allem beim Transport und bei der Lagerung wünschenswert, stellen aber große technische Herausforderungen an die Technik. Hierbei spielen Knoter, Garn aber auch Assistenzsysteme zur Füllungs- und Schichtdickensteuerung eine wichtige Rolle. Die Produktivität von Rundballenpressen lässt sich ebenso durch Assistenzsysteme weiter steigern. Halte- und Wickelsequenzen können direkt von der Presse an den Traktor weitergegeben werden (Tractor-Implement Management), um den Fahrer zu entlasten.

Rundballenpressen

Krone bietet für die Pressen des Typs Comprima eine Mantelfolienbindung an. Dabei kann der Wechsel zwischen Folie und Netz einfach durch Austausch der Folien- bzw. Netzzrollen erfolgen [18]. Die Mantelfolienbindung bietet für Grüngutballen Vorteile. Beim absätzigen Verfahren, also Wickeln der Ballen mit einem Ballenwickler, bietet die Mantelfolie einen mechanischen Schutz gegen Verschmutzung. Nach dem Wickeln sorgen die zusätzlichen Folienschichten am Umfang für eine insgesamt höhere Folienstabilität und Schutz bei Transport und Lagerung und zudem für bessere Silagequalität durch besseren Luftabschluss. Die geringere Rückdehnung im Vergleich zur Netzbindung sorgt dafür, dass weniger Luft in den Ballen eindringt [19]. Einen Vorteil stellt zudem die Handhabung dar. Die Mantelfolie muss nicht mehr wie das Netz getrennt von der Wickelfolie entsorgt werden und zudem können auch keine Netzreste ins Futter gelangen. Dem gegenüber stehen ca. 0,30 € bis 0,50 € höhere Kosten pro Ballen. Für den Einsatz in Heu oder Stroh muss die Presse weiterhin auf Netzbindung umrüstbar sein bzw. mit Netz binden können. Für den Witterungsschutz solcher Ballen stellte John Deere letztes Jahr mit dem B-Wrap eine Lösung mit speziellem Netzmaterial vor [13; 20 bis 22].

Für eine hohe Ballenqualität ist eine gleichmäßige Pressdichte von Bedeutung. Diese hängt stark von der Befüllung der Presskammer und damit von der Gutzuführung ab. Die Querverteilung in der Presskammer wird neben der Schwadgeometrie auch vom Fahrer beeinflusst. Hierfür wurden von Vicon das automatische Schwenkdeichselsystem Auto Feed Control vor-

gestellt. Füllstandssensoren erfassen die Gleichmäßigkeit der Presskammerbefüllung. Auf Basis dieser Informationen wird die schwenkbare Deichsel angesteuert, die Presse auf dem Schwad quer zur Fahrtrichtung positioniert [23 bis 25].

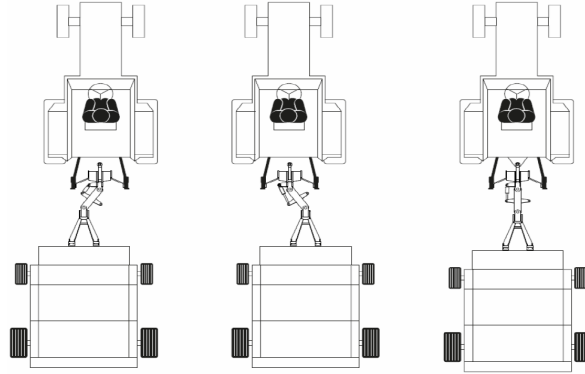


Bild 3: Vicon AFC-System [24].

Figure 3: Vicon AFC-System [24].

Claas ersetzt mit den variablen Rundballenpressen Variant 400 die bisherige 300er-Baureihe. Die Pressen können jetzt mit einem Doppelrollenniederhalter ausgerüstet werden. Durch eine Wendung der Rotorsterne von 360 Grad soll die Breitverteilung des Gutstromes in die Presskammer verbessert werden. Mit der Rollant RF und RC bietet Claas mit einem Ballendurchmesser von 1,5 m die größten Festkammerpressen am Markt an [26 bis 28].

Quaderballenpressen

Der allgemeine Trend zu kürzeren Schnittlängen auch bei Quaderballenpressen zeigt sich durch die Erhöhung der Messeranzahl bei den Modellen von Massey Ferguson [29], Krone [30] oder Claas [31].

Die AGCO-Marken führen bei ihren aus dem Werk in Hesston, USA, stammenden Ballenpressen das neue ProCut Schneidwerk ein. Im Schneidwerk befinden sich je nach Modell 17 oder 26 Messer im Abstand von 43,5 mm mit einem speziell gezackten Schliff. Für längere Schnittlängen kann die Hälfte der Messer hydraulisch ausgeschwenkt werden und im Wechsel eingesetzt werden [29; 32; 33].

Krone bietet alternativ zu dem PreChop-System für den Kurzschnitt das Vielmesserschneidwerk VariCut für die Modelle der Baureihe BiG Pack 1270 VC und BiG Pack 1290 HDP VC an. Es können verschiedene Messeranordnungen mit allen 51 Messern oder weniger eingestellt werden, die werksseitig (51/26/25/12/5/0) vorkonfiguriert sind [30].

Claas bietet für die neue QUADRANT 5300 zwei Messergruppenschaltungen für die 51 Messer an. Damit wird neben der herkömmlichen Messergruppenschaltung (51/26/13/12/0) eine weitere Anordnung (51/26/25/13/0) ermöglicht. Werden jeweils nur 25, bzw. 26 Messer genutzt, stehen dadurch zwei Messersätze zur Verfügung [31].

Zur Regelung des Pressen-Traktor-Gespans nutzen Case und New Holland die ISOBUS-Verbindung. Voraussetzung ist die ISOBUS-Klasse 3. Mit Charge Control, wie es bei Case heißt, beeinflusst die Presse die Geschwindigkeit des Traktors in Abhängigkeit von den Füll-

zeiten der Vorpresskammer. Slice Control passt die Traktorgeschwindigkeit in Abhängigkeit der Schichtdicke des Ballens an. Die Anzahl der Schichten innerhalb des Ballens wird hierbei von dem Bediener vorgegeben. Dies nimmt Einfluss auf eine einheitlichere Ballenlänge mit einheitlicherem Gewicht [34 bis 36].

Für weitere Funktionalitäten über ISOBUS Klasse 3 hinaus bietet Case über das Advanced Farming Systems (AFS) eine weitere Möglichkeit der Ballenüberwachung. Damit können Gewicht und Feuchtegehalt der Ballen registriert und in Echtzeit überwacht werden. Ebenso können über Sensoren in der Vorkammer Fahrempfehlungen an den Fahrer für eine gleichmäßigere Füllung gegeben werden [35].

Der Knoter spielt bei der Erhöhung der Pressdichten eine zentrale Rolle. Claas verwendet einen Einfachknoter, der mit verlängerten Garnenden arbeitet, um ein Lösen des Knotens bei hohen Pressdrücken zu verhindern. Zudem wird eine aktive Garndruckersteuerung eingesetzt, die das Garn während der Befüllung mit maximalem Klemmdruck festhält und beim Binden wieder reduziert. Damit soll es möglich sein, Garn mit reduzierter Reisfestigkeit zu verwenden. Des Weiteren wird eine neue exzentrische Nadelsteuerung eingesetzt, um die Nadelgeschwindigkeit am Knoter zu reduzieren. Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit der Knoter können diese über die Gebläse auch seitlich gereinigt werden [31]. Massey Ferguson bietet für alle Knoter einen elektronischen Sensor zur Knoterfehlerüberwachung [34]. Krone bietet zu der Druckluftknoterreinigung bei den VariCut-Maschinen ein zusätzliches Konstantstromgebläse an, um auch den Knotertisch frei von Verunreinigungen zu halten [30].

Ballenwickler

Ballenwickler können grundsätzlich in Satellitenwickler und Drehtischwickler unterschieden werden. Bei letzteren sind die Folienarme ortsfest und der Ballen rotiert. Die Rotationsgeschwindigkeit der Ballen ist durch die Stabilität der Ballenrotation begrenzt und muss vom Bediener in Abhängigkeit von äußeren Einflüssen, wie z.B. der Ballenform oder unebenen Bodenbedingungen, individuell angepasst werden. Um das Risiko, dass Ballen vom Wickeltisch fallen, zu minimieren, wird die Rotationsgeschwindigkeit oftmals zu gering eingestellt, sodass nicht die volle Schlagkraft der Maschine genutzt werden kann. Vicon stellt zur Leistungssteigerung der Drehtischwickler BW 2100 C und BW 2600 C das Assistenzsystem OptiSpeed vor. Dieses System überwacht während des Wickelvorgangs permanent die Stabilität des Drehtisches. Die Stellgröße ist die Drehzahl des Wickeltisches. Da das System erkennt, wenn die Ballenrotation instabil wird, kann eine Arbeitsdrehzahl nahe an der kritischen Drehzahl realisiert und die Maschine damit an der Leistungsgrenze betrieben werden [37].

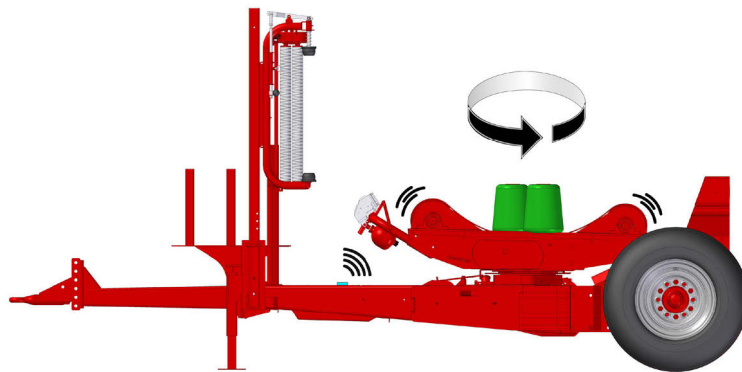


Bild 4: Vicon OptiSpeed-System [37].

Figure 4: Vicon OptiSpeed -System [37].

Lade- und Häckseltransportwagen

Im Bereich der Lade- und Transportwagen gibt es vor allem Innovationen im Bereich des Fahrwerks und der Knickdeichsel. Pöttinger verbessert die Fahrsicherheit und die Hangstabilität des hydropneumatisch gefederten Fahrwerks. Die Achsenführung durch die Längslenker bewirkt eine Querstabilisator-Federung [38].

Einen Achslastenausgleich über eine hydraulische Kopplung der Achsen verwendet Krone bei den RX-Wagen. Zusammen mit einem geringen Federweg bewirkt dies ein besseres Verhalten in Bezug auf Wanken oder Kippen [39].

Die Knickdeichsel kann bei Lely durch eine Lagesteuerung einen konstanten Abstand zwischen Pickup und Laderotor bei unebenem Gelände einstellen, um so den Gutfluss zu verbessern [40].

Pöttinger bietet vor allem für die Heuernte eine optionale Knickdeichselsteuerung für die Modelle BOSS ALPIN und EUROBOSS an, die eine optimierte Boden Anpassung bei schwierigen Untergrundverhältnissen ermöglicht [41].

Bei den Häckseltransportwagen CARGOS 700 von Claas kann die Knickdeichselposition in vier Positionen gespeichert und vom Terminal abgerufen und damit auf einzelne Abschnitte bei der Ernte wie z.B. auf Straßen fahren angepasst werden [42].

Einen neuen Kombiwagen hat Krone im Angebot. Mit dem neuen AX ist der Ladewagen nun auch als Häckseltransportwagen nutzbar. Dazu wurde der Rahmen verstärkt und geschlossen, sodass keine Futterreste zurückbleiben. Die vordere Bordwand ist hydraulisch klappbar. Beim Einsatz als Häckseltransportfahrzeug reduzieren die Pickup und der Rotor das Nutzgewicht im Vergleich zu einem reinen Häckselwagen. Dem steht die bessere Auslastung durch die Doppelnutzung gegenüber [43].

Zusammenfassung

In der Saison 2015/2016 mussten die Landmaschinenhersteller in der Halmgutwerbung einen Rückgang des Absatzes verzeichnen. Deutlich fällt der Rückgang bei den Ladewagen mit über 27 % aus.

Ein weitreichender Trend ist der Einzug von Assistenz- und Automatisierungssystemen zur Bedienerentlastung und zur Effizienzsteigerung. Darüber hinaus werden bei Feldhäckslern mehr Baugruppen von der Motordrehzahl entkoppelt. So können Geschwindigkeiten von Vorsatz und Wurfbeschleuniger variabel eingestellt werden.

Bei den Ballenpressen geht der Trend hin zu TIM-Anwendungen, zur verbesserten Schwadaufnahme sowie Erhöhung der Ballendichte. Schneideeinrichtungen mit variablen, in Gruppen schaltbaren Messern zunehmender Anzahl werden vor allem für die Strohernte angeboten.

Lade- und Häckseltransportwagen zeigen Verbesserungen im Bereich des Fahrwerkes und der Knickdeichselsteuerung.

Literaturverzeichnis

- [1] Liedmann, M.: Branchenzahlen 2015 und Prognose der Branchenentwicklung 2016.
- [2] Arnold, L.: Positive Grundstimmung: Markübersicht selbstfahrende Feldhäcksler, Agrartechnik (2016) H. 5. S. 16–21.
- [3] Landesbauernverband in Baden-Württemberg e.V.: Weniger Feldhäcksler verkauft. <http://www.bwagrar.de/Technik/Weniger-Feldhaecksler-verkauft, QUIEPTUyN-zU0NzImTUIEPTUyOTI3.html>, 10.01.2017.
- [4] Landwirtschaftsverlag GmbH: 10 % weniger Feldhäcksler. <http://www.profi.de/news/10-Prozent-weniger-Feldhaecksler-verkauft-6850179.html>, 10.01.2017.
- [5] Arnold, L.: VDMA Landtechnik: Schwieriges Saisongeschäft für Futtererntetechnik. <http://www.agrarheute.com/agrartechnik/news/vdma-landtechnik-schwieriges-saisongeschaeft-fuer-futtererntetechnik>, 10.01.2017.
- [6] Christoph Götz: Mähdrescher- und Pressengeschäft deutlich rückläufig. Frankfurt 29.09.2016.
- [7] Noordhof, J.: Andere Perspektive: LU Trend-Report, Lohnunternehmen 71 (2016) H. 10. S. 30–33.
- [8] Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG: Big X 700 und Big X 770 mit Liebherr-Motor: Presseinformation.
- [9] Schranz, K.: Geschärfte Klinge, Traction (2016) H. 3. S. 42–48.
- [10] -, -: Jaguar Feldhäcksler Typ 498.
- [11] CLAAS KGaA mbH: CLAAS präsentiert neue JAGUAR 900 Baureihe: Intelligente Technik für mehr Leistung und Komfort.
- [12] Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH: BiG X 480 | 530 | 580 | 630. <http://landmaschinen.krone.de/deutsch/produkte/feldhaecksler/big-x-600-700-770-850-1100/streamcontrol/>, 12.12.2016.

- [13] Kemper, S. und Sümening, F.: Halmgutbergung. In: Jahrbuch Agrartechnik 2015 (2016). S. 1–15. Braunschweig 2016.
- [14] Batos, A.; Beckers, S.; Grüner, S.; Kiel, J.; Jahr, A.; Schniederbruns, B.; Berghaus, A. und Weiß, P.: Möglichkeiten und Grenzen eines in einem Feldhäcksler verbauten, elektrisch angetriebenen Wurfbeschleunigers. In: Land.Technik 2016 (2016). S. 325–332 2016.
- [15] Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH: John Deere ProCut Fahrerassistenzsystem. <http://www.agrarheute.com/news/john-deere-procut-fahrerassistenzsystem>, 03.12.2015.
- [16] Siebald, H.; Hensel, O.; Beneke, F. und Wenzel, A.: Echtzeit-Erkennung der Messerschärfe in Landmaschinen (EMiL). In: Innovationstage 2016 (2016). Bonn 2016.
- [17] Rudolpf, W.: Hören, wie scharf die Messer sind. <https://www.eilbote-online.com/artikel/haeckseltechnik-hoeren-wie-scharf-die-messer-sind-10156/>.
- [18] Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH & Co. KG: Mantelfolienbindung für alle Comprima-Pressen ab Werk erhältlich: Presseinformation.
- [19] Dörpmund, H.-G.: Der Lohnunternehmer erwartet hohe Durchsatz- und Dichtewerte, Lohnunternehmen 71 (2016) H. 8. S. 26–28.
- [20] Traction: Gore-Tex für Rundballen. <http://www.traction-magazin.de/tama-b-wrap>.
- [21] Landwirt Agrarmedien GmbH: John Deere B-Wrap Ballennetz. <http://www.landwirt.com/John-Deere-B-Wrap-Ballennetz,,16122,,Bericht.html>.
- [22] Möbius, J.: Folie oder Netz?, Traction (2016) H. 3. S. 74–78.
- [23] Göggerle, T. und Feuerborn, B.: Grünlandtechnik für Großbetriebe und Lohnunternehmer, dlz - agrarmagazin (2016) H. 8. S. 94–95.
- [24] Kverneland AS: Gleichmäßig feste Ballen Automatisches System steuert Gutfluss in die Presskammer: Pressemitteilung. Soest 09.08.2016.
- [25] Lely: Lely präsentiert die neue RP 180 V: Pressemitteilung 03.10.2016.
- [26] CLAAS KGaA mbH: CLAAS präsentiert größte Festkammerrundballenpresse am Markt: ROLLANT 620 RF und RC.
- [27] -, -: Auch in Zukunft rund und eckig: Landtechnik: Neue Maschinen, top agrar (2016) H. 9. S. 90–91.
- [28] CLAAS KGaA mbH: CLAAS präsentiert neues Programm an variablen Rundballenpressen: VARIANT 400.
- [29] Profi: ProCut-System für MF-Quaderballenpressen. <http://www.profi.de/neuheiten/Stroh-und-Gras-ernten-ProCut-System-fuer-MF-Quaderballenpressen-2496858.html>.
- [30] Krone: Viele Messer und Viersternrotor für Kurzstroh: Big Pack jetzt mit VariCut-Schneidwerk. Spelle Juli 2016.
- [31] Claas: Hochleistungsknoter, automatische Pressdruckregelung und hydraulischer Einzug jetzt auch für das Ballenmaß 90 x 120 cm: QUADRANT 5300 - Das Presswerk. Harsewinkel/Metz August 2016.

- [32] Massey Ferguson: Das Massey Ferguson ProCut-System ist immer einen Schnitt besser.
- [33] Sepp Nuscheler: ProCut – und der Schnitt sitzt.
- [34] CNH INDUSTRIAL: Case IH LB424 und LB434 mit aktueller ISOBUS-Version: ISOBUS-Software optimiert Durchsatzleistung von Großpackenpressen / Füllungs- und Schichtdickensteuerung maximieren die Produktivität. Magdeburg/St. Valentin 25.08.2015.
- [35] CNH INDUSTRIAL: Effiziente Grundfutterbergung: Neue LB 434 XL Großballenpressen und ISOBUS Klasse 3 Technologie steigern Produktivität und Leistung. Heilbronn/Bremen 06.12.2016.
- [36] Sara Sebastianelli: New Holland raises the stakes on bale density, productivity and reliability with new BigBaler 1290 Plus 09.11.2016.
- [37] Kverneland AS: Mehr Tempo beim Ballenwickeln durch Geschwindigkeits-Überwachung: Pressemitteilung. Soest 09.08.2016.
- [38] PÖTTINGER Landtechnik: Neu: Hydropneumatische Fahrwerke für 16 und 18 Tonnen: Zusätzliche Fahrwerkstypen für FARO und EUROPROM 17.03.2016.
- [39] Krone: Robuste Bauweise, riesiges Schluckvermögen, raffinierte Technik Krone zeigt neue RX-Baureihe erstmals auf dem ZLF.
- [40] Brockmann, A.: Zwei Neuheiten am Lely Tigo XR-Ladewagen.
<http://www.agrarheute.com/traction/news/zwei-neuheiten-lely-tigo-xr-ladewagen>.
- [41] PÖTTINGER Landtechnik: Förderschwingenwagen für optimale Heuernte 23.06.2016.
- [42] Claas: Neue Ausstattungsoptionen für den Häckseltransportwagen CARGOS 700: Mehr Komfort beim Häckseltransport. Barnstädt/Bad Saulgau Oktober 2016.
- [43] Feuerborn, B.: Oben offen für Gras und Mais, dlz - agrarmagazin (2016) H. 12. S. 78–81.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 09.03.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Schramm, Florian; Sümening, Frederick: Halmgutbergung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-11

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64180>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/287.html>

Körnerkonservierung

Jochen Mellmann, Fabian Weigler

Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB)

Kurzfassung

Aufgrund zunehmender Überschneidung der Erntefenster verschiedener Druschfrüchte muss die Landwirtschaft eine ausreichende Maschinenleistung vorhalten, um möglichst große Erntemengen zum optimalen Zeitpunkt vom Feld zu holen. Durch unbeständiges Wetter in der Erntezeit schwankt der Konservierungsbedarf von Jahr zu Jahr zwischen 30 und 70 %. Die Ansprüche an eine Zwischenlagerung und Konservierung sind daher vielfältig. Die Getreideanlagen müssen also große Mengen in kurzer Zeit verarbeiten und zwischenlagern können. Die Betriebsabläufe müssen von Jahr zu Jahr weiter optimiert werden.

Schlüsselwörter

Körnerfrüchte, Trocknung, Belüftung, Kühlung, Feuchtkonservierung, Energieeffizienz

Grain preservation

Jochen Mellmann, Fabian Weigler

Leibniz Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy (ATB)

Abstract

Due to an increasing over-lap of the harvesting windows of different crops, the farmers have to provide sufficient machine power in order to harvest as large as possible amounts of grain at an optimum point in time. As caused by contrary weather conditions in the harvesting period, the demand for preservation fluctuates between 30 % and 70 % year by year. Therefore, the requirements for intermediate storage and preservation are manifold. Thus, grain facilities must be able to process and to store temporarily large amounts of crop. The operating procedures are being further optimized year by year.

Keywords

Grain, drying, ventilation, cooling, wet preservation, energy efficiency

Allgemeines

Mit einem Anteil von derzeit ca. 20 Prozent des Gesamtumsatzes in der Landwirtschaft ist Getreide knapp hinter der Milch und gleichauf mit dem Schweinefleisch zurzeit das zweitwichtigste landwirtschaftliche Erzeugnis. Der weltweite Verbrauch an Getreide kennt eigentlich nur eine Richtung: er steigt und steigt! Körnerfrüchte (Getreide und Ölsaaten) sollten idealerweise trocken und kühl gelagert werden, um Atmungsverluste durch Stoffwechselprozesse sowie Schädlingsbefall zu verhindern [1].

Die landwirtschaftlichen Betriebe wachsen in der Fläche und optimieren die Anbau- und Konservierungsverfahren. Die Landtechnik bietet dazu die benötigten Geräte und Maschinen, damit die zur Verfügung stehende Arbeitskraft möglichst schlagkräftig eingesetzt werden kann. Mit einer betriebseigenen Getreidelagerung und -konservierung können Parameter wie Feuchtigkeit, Besatz, Fallzahl und Hektoliter Gewicht maßgeblich beeinflusst werden, sodass es möglich ist, höherwertige Ware am Markt anzubieten und somit höhere Preise zu erzielen [2].

Heutzutage sind verschiedenste Verfahren der Trocknung und Konservierung am Markt erhältlich. Neben Durchlauf- und Satztrocknern, die mit Warmluft arbeiten, gibt es auch Lagerbelüftungsanlagen, die mit trockener Außenluft schonend den gewünschten Lagerungseffekt erzielen. Bei Getreidekühlern wird die angesaugte Außenluft über ein Kühlregister geführt und auf die voreingestellte Temperatur abgekühlt [3]. Nach wie vor wählen über 90 % der Betreiber ein Trocknungsverfahren zur Konservierung ihrer Druschfrüchte für Betriebe, die ihre Ernteprodukte verkaufen wollen. Betriebe, die ihre Ernte nahezu vollständig verfüttern, wählen zunehmend die chemische Konservierung mit Propionsäure [4].

Im Zuge von Landwirtschaft 4.0 halten nun auch moderne Sensortechnik und die obligatorische Datenverarbeitung Einzug in die landwirtschaftliche Trocknungstechnik [5].

Trocknung

Die Rentabilität einer landwirtschaftlichen Trocknungsanlage hängt von verschiedenen Kriterien ab. Die wichtigsten Faktoren sind die Betriebsweise, der Verkaufspreis, die vorhandenen Kapazitäten sowie die Trocknungskosten. Die Nutzung vorhandener Gebäude und der Einsatz eigener Arbeitskräfte sowie der Kauf gebrauchter Anlagen können die Rentabilität erheblich steigern [4].

Durchlauftrockner sind die teuersten, aber auch leistungsfähigsten Trocknungsanlagen. Aufgrund der gestiegenen Energiepreise muss bei der Anschaffung eines neuen Durchlauftrockners darauf geachtet werden, dass dieser eine hohe Energieeffizienz aufweist [4]. Doch bevor in neue Technik investiert wird, sollte überlegt werden, ob die vorhandenen technischen Möglichkeiten ausgereizt sind. Zum einen bleiben vielerorts die Trocknungsanlagen bzgl. des Schwitzprozesses, des Trocknungsziels und der technischen Konfiguration hinter ihren Möglichkeiten zurück. Zum anderen sollten Trocknungsvorgänge, die mehr als 4 % Feuchteentzug vorsehen, geteilt werden, da sonst die Verweilzeit im Durchlauftrockner unverhältnismäßig hoch wird [6]. Das Potenzial vieler Trocknungsanlagen ist noch nicht ausge-

schöpft. Es ist deshalb ratsam, diese Reserven aufzudecken und auszunutzen. Dazu gehören die Errichtung eines Feuchtgetreidelagers und die Optimierung des Durchlauftrockners. Ist dies bereits geschehen, ist über eine Investition in die Getreidereinigung nachzudenken [6].

Um die Trocknungsprozesse effizienter zu gestalten, suchte Riela nach einem zuverlässigen System für In-situ bzw. nach Prozess-Feuchtemesseinrichtungen. Die Wahl fiel auf das System Litronic-FMS der Firma Liebherr, ein System zur Bestimmung der Feuchte in Schüttgütern und Materialien unterschiedlichster Industriebereiche. Die Sensoren werden im Trocknereingang und -ausgang installiert und überwachen direkt im Materialfluss den Feuchtegehalt des Materials [7].

Torum entwickelte für seine Durchlauftrockner die IDC (Intelligent Dryer Control). Hierbei handelt es sich um eine Vielzahl vernetzter Temperatur- und Feuchtigkeitssensoren, die helfen, die Vorgänge im Trockner komplett darzustellen und diesen somit auch vollautomatisch regeln zu können [5].

Viele Systeme zur Partikelfeuchtemessung haben sich in der Praxis bei Trocknungsgütern mit höheren Feuchteentzügen, wie etwa bei Mais, gut bewährt. Schwieriger gestalten sich dahingehend Trocknungsgüter mit geringeren Feuchteentzügen. Auf diesem Gebiet eröffnen sich mit der neuesten Generation von Sensoren weitgehend ungenutzte Potenziale [5].

Zur problemlosen Ausführung von Getreideverarbeitungsprozessen, ohne Ausfallzeiten, unerkannte Sicherheitsrisiken und unnötige Betriebskosten werden immer mehr Systeme entwickelt, die gleichzeitig die Zustände des Getreides sowie der Anlagenkomponenten überwachen. Riceland Foods setzt ein von Temputech implementiertes Profinet-System ein, das Hunderte Sensoren überwacht und so zu deutlich optimierten Prozessen beiträgt [8].

Das innovative in-line Messsystem TRIME®-GW der Firma IMKO ermöglicht eine kontinuierliche Kornfeuchtemessung und damit eine bessere Prozessüberwachung bei der Getreidetrocknung. TRIME-GW ist ein Messverfahren zur vollautomatischen und kontinuierlichen Messung des Wassergehaltes des Gesamtkorns direkt im Trockner bei Temperaturen bis zu 150°C - unabhängig von der Sorte und Zusammensetzung des Getreides. In Verbindung mit der neu entwickelten speicherprogrammierbaren Steuerung SIMATIC S7 ermöglicht dieses Feuchtemesssystem eine automatische Regelung von Getreidetrocknungsanlagen (Bild 1). Mit der neuen Regelung kann die Anlage Tag und Nacht vollautomatisch innerhalb der geforderten Qualitätstoleranzen stabil gehalten werden. Darüber hinaus erlaubt sie sogar ein automatisches Hochfahren der gesamten Anlage vom kalten Zustand in einen stabilen Dauerbetrieb.

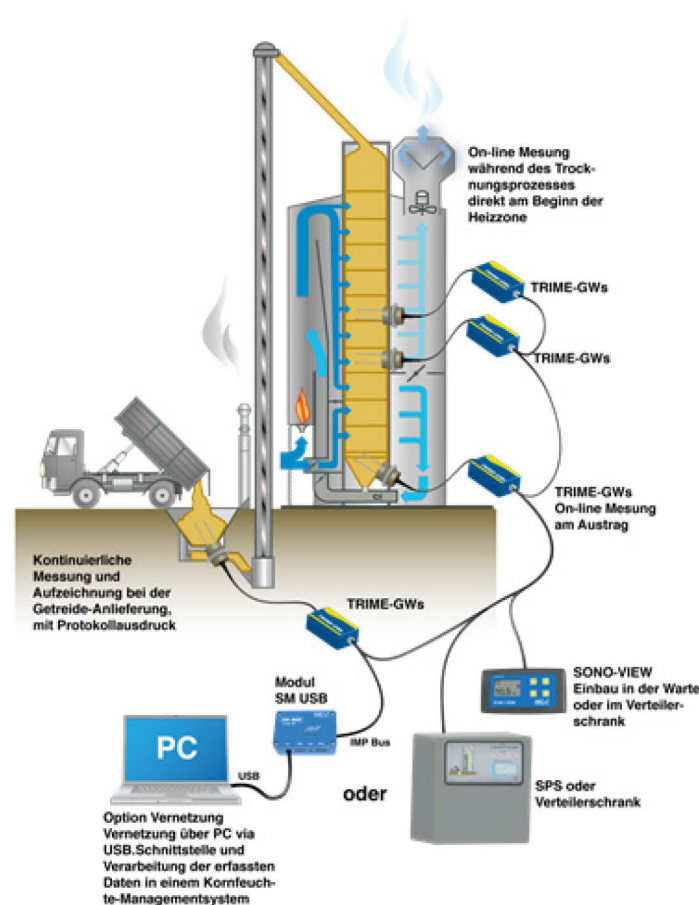


Bild 1: Schema einer Getreide-Trocknungsanlage mit TRIME®-GW Sensoren zur automatischen Regelung der Kornfeuchte mit Hilfe der speicherprogrammierbaren Steuerung SIMATIC S7 (Grafik: IMKO Micromodultechnik GmbH).

Figure 1: Schematic of a grain drying plant with TRIME®-GW sensors for automatic control of the grain moisture based on the programmable-from-memory control system SIMATIC S7 (Graphic: IMKO Micromodultechnik GmbH).

Mit der Entwicklung der UTT (Universell Transportieren und Trocknen) hat die Firma Mawitrocknungsanlagen im Bereich der Containertrocknung einen neuen Standard gesetzt. Mit der UTT können mehrere Container mit unterschiedlichen Schüttgütern gleichzeitig getrocknet werden, da sich die Anlage automatisch auf das jeweilige Schüttgut einstellt. Gleichzeitig kann der UTT Container z.B. in der Ernte als Transportmittel eingesetzt werden [9].

Im Bereich der stationären Trocknungsanlagen präsentiert Stela die zum Patent angemeldete innovative "Biturbo"-Technologie, mit deren spezieller Luftführungstechnik der spezifische Energieverbrauch um bis zu 15 % im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen mit aktiver Wärmerückgewinnung reduziert werden kann [10].

Am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) werden in Zusammenarbeit mit der Firma Neuero weitere Forschungsarbeiten zur Energieeffizienzsteigerung bei der Getreidetrocknung durchgeführt. Auf Grundlage umfangreicher experimenteller und numeri-

scher Untersuchungen wurde eine optimierte Apparategestaltung für die Dächerschachttrocknung vorgeschlagen, die auf der Trocknergeometrie des Durchlauftrockners Typ NDT basiert. Zusätzlich wurden die Forschungsarbeiten zur Untersuchung und Verbesserung der Trocknungsluftströmung in Dächerschachttrocknern intensiviert [11].

Die Satz Trocknung in sogenannten Silotrocknern ist in den vergangenen Jahren aufgrund ihrer betriebswirtschaftlichen Vorteile sowie des niedrigen Verbrauchs an Wärmeenergie immer interessanter geworden. Die Silotrockner werden in der Raps- oder Getreidetrocknung meist im Zwei-Tages-Rhythmus betrieben. Wie bei allen Satz Trocknungen bieten Zwillingsanlagen immer den Vorteil, dass die Auslastung des Warmlufterzeugers erheblich gesteigert werden kann [3; 4].

Aktuelle Forschungsarbeiten zur Effizienzsteigerung der Dächerschacht-Satz Trocknung werden an der Universität Helsinki weiterhin durchgeführt [12]. Ziel ist eine optimale Steuerung des eingesetzten Luftvolumenstroms der Trocknungsluft hinsichtlich eines energieeffizienteren Trocknungsprozesses.

Im Gegensatz zu allen Satz- und Durchlauftrocknungsverfahren, bei denen immer mit konstanten Trocknungstemperaturen gearbeitet wird, arbeitet die Lagerbelüftungstrocknung immer mit gleichbleibender relativer Luftfeuchte in der Trocknungsluft. Deshalb sollte die Regelung derartiger Anlagen immer sensorgestützt erfolgen, um einen optimalen und störungsfreien Prozess gewährleisten zu können. Die Trocknungsluft wird nur sehr gering angewärmt, dadurch dauert der Trocknungsvorgang aber in den meisten Fällen 10 bis 15 Tage. Lagerbelüftungstrocknungen lassen sich zum Teil kostengünstig in Altgebäuden unterbringen und können zu einem großen Teil in Eigenleistung erstellt werden [3, 4].

Lagerung

Für die Getreidelagerung gilt: je geringer die Investitionskosten, desto besser. Ist eine alte Gebäudehülle, z.B. eine ausgediente Bergehalle, vorhanden und noch weitgehend intakt, so ist deren Umbau zu einem Getreidelager einem Neubau vorzuziehen. Jedoch ist es unbedingt erforderlich sich vor einer Umnutzung als Getreidelager kompetent beraten zu lassen [13; 14].

Während das Trocknen und/oder Kühlen für die Lagerung von Getreide auf jeden Fall erforderlich ist, wird die Getreidereinigung gern außer Acht gelassen. Häufig wird der zugelassene Fremdbesatz von 2 % im Gut überschritten. Das Trocknen wird damit schwieriger und teurer, und das Kühlen funktioniert in vielen Fällen gar nicht mehr. Es kommt u.a. zur Brückenbildung und Bildung von Feuchtenestern. Daher ist eine Reinigung vor dem Einlagern unumgänglich. Die Firma Damas AS baut derzeit Zentrifugalsiebgeräte unter der Bezeichnung "Sigma TS". Die Zentrifugal-Reinigung sorgt gleichzeitig für eine Oberflächenpolierung des Getreides und somit das Entfernen von Keimen und Pilzsporen [15].

Belüftung und Kühlung

Um die Erntequalität zu sichern, ist es zwingend erforderlich, Getreide- und Ölsaaten schnell auf lagerstabile Verhältnisse zu bringen. Stand der Technik dafür sind vollautomatisch arbei-

tende Getreidekühlgeräte. Wird ein Getreidekühlgerät in Reihe mit einem kontrollierten Ventilator betrieben, steigt die Effektivität und verringert sich das Investitionsvolumen in die Anlagentechnik. Die Firma FrigorTec bietet solche vollautomatischen Anlagen an [16; 17].

Ein Befall mit Getreideschädlingen ist in den meisten Fällen ein Managementproblem und spricht für eine nichtfachgerechte bzw. technisch nicht ausreichende Kühlung. Der in der einschlägigen Fachliteratur geforderte Temperaturabstand von 7°C bei Kühlung mit reiner Außenluft ist leider in der Praxis nur in den seltensten Fällen gegeben. Technisch unzureichende Kühlsysteme, etwa jene mit Drainageschläuchen, benötigen für das Absenken der Ernte- bzw. Trocknungstemperatur im Endlager zu viel Zeit, sodass ein Risiko für Schädlingsbefall besteht [18].

Da Körnerfrüchte hygroskopisch sind, bildet sich zwischen dem Getreidekorn und der Kaltluft aus dem Getreidekühler ein Feuchtgleichgewicht. Um eine Befeuchtung der Schüttung zu verhindern, muss die durch die Kühlung der Prozessluft gestiegene relative Feuchte wieder abgesenkt werden. Getreidekühler von der Firma Weisshaar sind daher standardmäßig mit einem Feuchtschutz ausgestattet. Dieser beinhaltet einen Nachheiz-Kondensator, der den Kaltluftvolumenstrom wieder geringfügig erwärmt und somit die relative Feuchte unter die Gleichgewichtsfeuchte absenkt [19]. Zur sicheren und wirtschaftlichen Bereitstellung eines für die jeweilige Kühlaufgabe optimalen Kaltluftvolumenstromes verfügt ein moderner Getreidekühler über ein elektronisches Steuerungssystem [19].

Zusammenfassend hat die Kühlkonservierung folgende Vorteile:

- Schutz vor Schädlingen und Schimmelbefall
- Konservierung ohne chem. Behandlung
- Unabhängig von den Außenluftverhältnissen

Eine aktuelle Bewertung technischer und wirtschaftlicher Fakten ergibt für die Kühlkonservierung meist Amortisationszeiten von unter zwei Jahren. Somit ist die Kühlkonservierung ein natürliches und wirtschaftliches Verfahren, um die Qualität von Körnerfrüchten im Lager zu sichern [20].

Warme Lagerperioden und steigende Qualitätsanforderungen lassen den Einsatz maschineller Kühltechnik in der Lagerhaltung immer wichtiger werden. Mechanische Kühlsysteme ermöglichen eine konstante, außenluftunabhängige Temperaturführung. Dies verlängert die Lagerfähigkeit und reduziert das Risiko von Fäulnis und Lagerkrankheiten. Die EU-Gesetzgebung schreibt seit 2015 den stufenweisen Ausstieg aus der Nutzung synthetischer Kältemittel vor. Eine klimaschonende und energieeffiziente Alternative bieten natürliche Kältemittel wie Propan, Ammoniak, Butan oder Kohlendioxid [21].

Feuchtkonservierung

In einem durch die Bundesregierung geförderten Innovationsprojekt des Julius-Kühn-Instituts (JKI) wird gegenwärtig in Laborversuchen die Getreidelagerung in Foliensäcken untersucht, wobei die Vakuumlagerung mit und ohne Stickstoff verglichen wird. Weizen verschiedener

Kornfeuchte wird bis zu mehrere Jahre lang gelagert. Die Getreidequalität untersucht das Max-Rubner-Institut in Detmold [22].

Folienschläuche sind eine flexible Alternative zur ganzjährigen Lagerung von Silage und zur Zwischenlagerung von Getreide. Bei einem Einsatz des Verfahrens zur Brechung von Transportspitzen, wie es in Südamerika oft üblich ist, werden die Schläuche direkt am Feldrand mit Getreide gefüllt. Die Einlagerung von Getreide ist vor allem dann eine Alternative, wenn vor Ort keine geeigneten Lagerkapazitäten vorhanden sind, oder erheblich größere Erntemengen als erwartet vorliegen [23]. Mit Verfahrenskosten (inklusive Folie) von 6 bis 10 €/t für Getreide ist es auch eine preiswerte Alternative zur Lagerung in Hallen und Silos.

Die Firma Rottmann vermarktet weltweit Konservierungsprodukte wie "Mega Grain Liquid" für Getreide und "Mega Corn Liquid" für Körnermais. Zur Erntezeit wird das frisch geerntete Futtergetreide während der Einlagerung zweifach gereinigt und konserviert. Die Konservierungssäure "Mega Grain Liquid" hat einen pH-Wert von 5,2 und stellt kein Gefahrgut dar [24].

Zusammenfassung

Sämtliche Maßnahmen zwischen der Ernte und dem Verkauf haben das Ziel, die Preiswürdigkeit von Marktgetreide abzusichern. Dieses Ziel bedarf Methoden, die auf die natürlichen Nachreifeprozesse des Getreides reagieren und somit den Mengen- und Qualitätserhalt des Lagergutes sichern. Im Zuge von Landwirtschaft 4.0 halten nun auch moderne Sensortechnik und die obligatorische Datenverarbeitung Einzug in die Nacherntetechnik. Bevor jedoch in neue Technik investiert wird, sollte überlegt werden ob die technischen Möglichkeiten der vorhandenen Anlagen bereits ausgereizt sind.

Literatur

- [1] Schindler, M.: Getreide lagern lohnt sich wieder. Getreidemagazin 21 (2015), H. 6, S. 49-53.
- [2] Spreu, A.: Für die Ernte gerüstet. Bauernzeitung 56 (2015), H. 11, S. 38-39.
- [3] Bombien, M.: Möglichkeiten der hofeigenen Getreidetrocknung. Getreidemagazin 21 (2015), H. 2, S. 64-69.
- [4] Bombien, M.: Nicht nur heiße Luft. Bauernzeitung 57 (2016), H. 4, S. 29-31.
- [5] Spreu, A.: Das Nadelöhr ist die Trocknung. Getreidemagazin 22 (2016), H. 2, S. 76-79.
- [6] Spreu, A.: Mehr Kapazität. Bauernzeitung 56 (2015), H. 26, S. 32-33.
- [7] MÜH.: Trocknung mit Köpfchen. Schüttgut 22 (2016), H. 1, S. 14-15.
- [8] Profibus Nutzerorganisation e.V.: Wenn Industrie 4.0 auf Getreide trifft. Schüttgut 22 (2016), H. 1, S. 16-18.
- [9] Schütz, S.: Projektierung und Installation von Trocknungsanlagen. Mühle + Mischfutter 152 (2015), H. 5, S. 149-151.
- [10] Mühlbauer, J.: Stationäre Trocknungsanlagen mit „Biturbo“-Technologie. Mühle + Mischfutter 152 (2015) H. 5, S. 145.

- [11] Scaar, H.; Franke, G.; Weigler, F.; Delele, M.; Tsotsas, E.; Mellmann, J.: Experimental and numerical study of the airflow distribution in mixed-flow grain dryers. Drying Technology 34 (2016), H. 5, pp. 595-607.
- [12] Jokiniemi, T.; Oksanen, T.; Ahokas, J.: Continuous air flow rate control in a recirculating batch grain dryer. Agronomy Research 13 (2015), H. 1, pp. 89-94.
- [13] Spreu, A.: Hafer statt Heu. Bauernzeitung 57 (2016), H. 4, S. 32-33.
- [14] Felke, M.: Getreidelager für die neue Ernte vorbereiten. Getreidemagazin 21 (2015), H. 3, S. 48-51.
- [15] Heidkamp, F.: Reinigen von Getreide. Mühle + Mischfutter 152 (2015), H. 5, S. 141.
- [16] Kolb, R.E.: Die Invasion vorratsschädlicher Käfer wächst weiter. Mühle + Mischfutter 153 (2016), H. 10, S. 344-345.
- [17] Kolb, R.E.: Qualitätssicherung von Getreide und Ölsaaten wird immer wichtiger. Mühle + Mischfutter 152 (2015), H. 5, S. 138-139.
- [18] Spreu, A.: Das Leben schwer machen. Bauernzeitung 56 (2015), H. 4, S. 26-28.
- [19] Raven, S.: Optimale Lagerhaltung durch Kühlkonservierung. Mühle + Mischfutter 152 (2015), H. 5, S. 142.
- [20] Kolb, R.E.: Qualitätssicherung von Getreide und Ölsaaten im Lager. Mühle + Mischfutter 152 (2015), H. 23, S. 767.
- [21] Servos, M.: Gut gekühlt. agrarmanager (2015) Dezember, S. 70-73.
- [22] Adler, C.: Keine Käfer. Bauernzeitung 56 (2015), H. 4, S. 29.
- [23] Maack, G.C.: Körner und Silage luftdicht verpackt. Bauernzeitung 57 (2016), H. 4, S. 34-35.
- [24] Rottmann, T.: Anwenderfreundliche Mittel zur Getreidekonservierung. Mühle + Mischfutter 153 (2016), H. 10, S. 334.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Wissenschaftliches Review / Scientific Review

Erfolgreiches Review am 13.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Mellmann, Jochen; Weigler, Fabian: Körnerkonservierung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-8

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64182>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/289.html>

Zuckerrübenerntetechnik

Peter Schulze Lammers
Institut für Landtechnik, Universität Bonn

Kurzfassung

Das sogenannte Putzen der Rübenköpfe erlangt wieder an Bedeutung. Da die Minimierung der Köpfdicke zum vermehrten Verbleib von Blattresten am Rübenkopf der gerodeten Rüben führt, bieten die Hersteller weiche Kunststoffschlegel an, die entweder vor dem Köpfschnitt oder danach den Rübenkopf nachputzen.

Zur Minderung der Bodenbelastung durch die hohen Maschinengewichte können nun die Reifen auf einen Innendruck von 140 kPa eingestellt werden und fahrwerkstechnische Maßnahmen verbessern die Radlastverteilung bei den Rovern.

Assistenzsysteme dienen der Entlastung des Fahrers bei gleichzeitiger automatisierter Optimierung des Rodeprozesses.

Schlüsselwörter

Roder, Putzer, Reinigungslader, Reifen, Fahrwerk

Sugar beet harvest technology

Peter Schulze Lammers
Institut für Landtechnik, University Bonn

Abstract

Flail-cleaning of beet crown is again an option of defoliation devices. By minimizing the scalping cut more petioles on the beet crowns remain and are delivered to the refineries raising the gross tare of beets. Rotating soft flails are used to clean the crown from leaf residues.

To reduce soil compaction from heavy tankers tire inflation pressure is now reduced to 140 kPa and kinematics of wheel suspension has been improved to balance wheel load.

Automation of the complex machine operations serves for optimization of the machine process and relieve of operator.

Keywords

Sugar-beet, harvest, topping, cleaner-loader, tire, chassis

Allgemeine Entwicklungen und Einleitung

Der Zuckerrübenanbau in Deutschland wurde nach einer Rekordernte im Herbst 2014 auf einer Fläche von 339041 ha in 2014 auf 254500 ha in 2015 eingeschränkt. Der langfristige Trend der Zuckerertragssteigerung in Deutschland von 2 % wird durch das Ergebnis von 2014 deutlich abgesichert und bleibt auch erhalten, wenn die Erträge von 2015 einberechnet werden. In Europa verminderte sich die Anbaufläche um ca. 12 % und die Verarbeitung findet in 109 Fabriken, davon 20 in Deutschland statt. Es ergibt sich eine Gesamtproduktion (EU28) von 14,86 Mio. t Weißzucker bei einem Zuckerabsatz von 19,33 Mio. t in 2015 [1].

Die bevorstehende Aufgabe der Quotenregelung durch die Zuckermarktordnung bringt Unsicherheiten für die Anbauer und Verarbeiter. Ab 1. Oktober 2017 entfällt die Verpflichtung zur Zahlung des Rübenmindestpreises (26,3 €/dt Zuckerrüben). Einerseits herrschen in den deutschen Anbaugebieten durchaus wettbewerbsfähige Bedingungen für den Anbau von Zuckerrüben, andererseits ist der Weltmarkt von dem Angebot an Zucker aus den Überseemärkten geprägt. Diese produzieren den Zucker aus Zuckerrohr und halten den Weltzuckermarktpreis auf einem Niveau, auf dem die Produzenten in Mitteleuropa keinen Gewinn mehr erwirtschaften können.

Trotz wirtschaftlich unsicherer Bedingungen für den Anbau von Zuckerrüben setzt sich der Trend zum Einsatz von Ernteverfahren, die hohe Investitionskosten erfordern, fort. Wie auch bei anderen Landmaschinen ist die Entwicklung bei den Rübenerntemaschinen von der Elektronik beeinflusst. Das betrifft insbesondere die Steuerung der Maschinen, die bisher weitgehend durch den Fahrer erfolgt. Es steht aber außer Frage, dass der Fahrer die wesentliche Schwachstelle für die Arbeitsqualität und Flächenleistung der Erntemaschinen darstellt und somit seine Entlastung von der Einstellung der vielen Funktionen der Roder eine zukünftige Entwicklungsaufgabe ist, die durch Automatisierung und Informationsverarbeitung auf der Maschine gelöst werden kann.

Nunmehr werden alle Maschinen, das heißt, Roder und Reinigungslader, mit Dieselmotoren nach dem EU-Standard TIER IV ausgestattet.

Derzeitige Neuerungen in den Erntemaschinen werden im Folgenden als Verbesserungen in den Hauptbaugruppen Entblatten, Roden und Fahrwerk dargestellt.

Blattentfernung

Die Entwicklung der Köpfer zum Minimalschnitt mit Köpfdickenverstellung, die bei tief sitzenden Rüben, von denen angenommen wird, dass es sich um kleine Rüben handelt, einen schmalen Köpfschnitt und bei großen Rüben mit einer großen Scheitelhöhe einen stärkeren Köpfschnitt auszuführt, wird zunehmend kritisch beurteilt. Der Grund liegt in der Anlieferung von zu vielen Rüben mit deutlich sichtbaren Blattansätzen. Diese Blattreste führen zu einer geringeren Ausbeute bei der Zuckergewinnung in den Fabriken. Die Hersteller der Roder reagieren, indem sie das Putzen wiedererfinden. Bei den Firmen Grimme und Ropa stattdessen dafür die Blatthäcksler mit Stahl- und in der zweiten Reihe mit etwas längeren Kunststoffschlegeln aus. Die kürzen Stahlschlegel entfernen das Blatt, die längeren Kunststoffschlegel

putzen den Rübenkopf, so dass der nachfolgende Köpfer unter besseren Bedingungen auf den Rübenkopf auflaufen kann [2]. Insgesamt kann der Blatthäcksler auch tiefer eingestellt werden, ohne die Rübenköpfe bereits abzuschlegeln. Die verbleibende Blattbürste wird dann nochmals durch die Kunststoffschlegel eingekürzt und bereitet damit bessere Bedingungen für die Arbeit des Kufentasters und des Köpfers vor. Die Firma Holmer bietet als Option einen Putzer hinter dem Köpfer, wobei die Kunststoffschlegel quer zur Reihe arbeiten (**Bild 1**). Damit werden die geköpften Rüben nachgeputzt und vorhandene Blattkränze abgeschlagen [2].

Nach wie vor werden Blatthäcksler angeboten, die das gehäckselte Blatt seitlich aus dem Häcksler transportieren und mit einem Drehteller breitwürfig auf der abgeernteten Fläche verteilen oder unter Verwendung anderer Schlegler das zerkleinerte Blatt zwischen den Reihen (Integralhäcksler) ablegen. Die Firma Grimme bietet einen Blatthäcksler an, der beide Betriebsarten vereint und sich aus der Kabine umschalten lässt.

Der niederländische Hersteller Vervaet bietet die beschriebenen Blattschleglervarianten ebenfalls an. Durch eine einfache Veränderung der Lenkerposition am Rahmen wird eine progressive oder degressive Verstellung der Köpfdicke der Köpfer (**Bild 2**) erreicht.



Bild 1: Putzer im Rodeaggregat des Holmer Terra Dos T4

Figure 1: Text Crown cleaner integrated into the lifting unit of Holmer Terra Dos T4

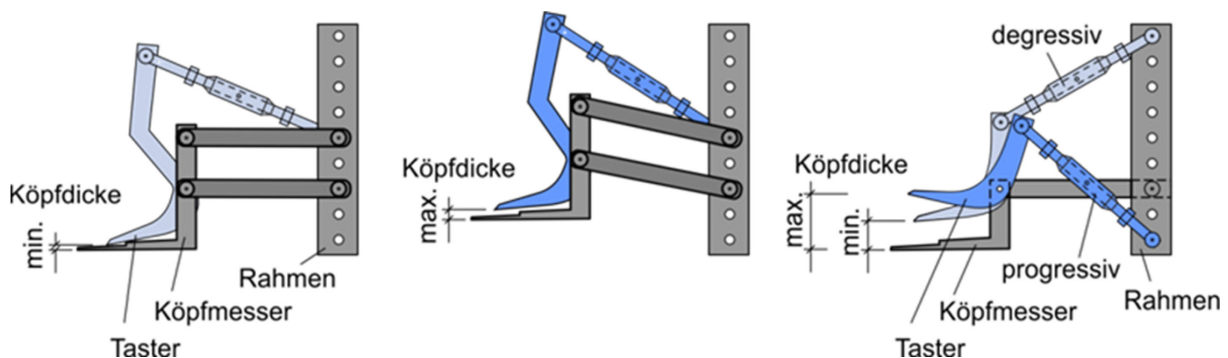


Bild 2: links und Mitte: Köpfer mit Kufentaster mit Köpfdickenverstellung, Köpfer im Parallelogramm aufgehängt, Taster durch zusätzlichen Lenker mit dem Rahmen verbunden; rechts: schematische Darstellung der progressiven und degressiven Köpfdickenverstellung durch Verlagerung des Drehpunktes des Kammlenkers am Rahmen.

Figure 2: left, toppler with feeler and adjustment of topping magnitude, toppler suspension with parallel arms, feeler connected to the frame by an additional rod; right: scheme of progressive and declining topping magnitude adjustment by connecting the linking rod at different positions at the frame.

Rodeaggregate

Die Anpassung der Reiheneinheiten an Bodenunebenheiten wird bei zunehmender Arbeitsbreite in höherem Maße erforderlich, um die Rodequalität zu erhalten. Holmer bietet deshalb für jetzt auch für das zwölfreihige Aggregat eine Tiefensteuerung für jede einzelne Reihe an, die über Tasträder und durch die Köpftaster erfolgt. Veränderungen im Aufnahme- und Reinigungsbereich lassen einen höheren Rübindurchsatz zu, so dass mit dem zwölfreihigen Rodeaggregat die gleiche Geschwindigkeit, wie mit dem sechsreihigen Roder erreicht werden kann [3; 4]. Die Reinigung der Rüben bei der Aufnahme durch Wendelwalzen wird nun durch eine zusätzliche siebte Walze verbessert und durch zwei Wendelwalzen, die Rüben nach außen führen, unterstützt [5].

Fahrwerk, Reifen und Antrieb

Bereits bekannt sind die Techniken zum Ausgleich der Hangneigung bei dem zweiachsigen Roder Panther der Firma ROPA. Das Fahrwerkskonzept, das die Abstützung der Chassiskräfte auf die Achsen mit Hydraulikzylindern vornimmt, wurde in dem dreiachsigen Fahrwerk durch einen automatischen Achslastausgleich ergänzt. Damit wird auch eine gleichmäßige Radlastverteilung erreicht und die Reifen können somit auf einen sehr niedrigen Betriebsdruck von 140 kPa eingestellt werden. Beim Hangeinsatz kann der Aufbau bis zu 10° geneigt und damit eine stabilere Standsicherheit erreicht werden. Die nicht mehr bodenparallele Lage des Rodeaggregates wird durch die Höhenanpassung der Einzelrodekörper erreicht, begrenzt aber auch gleichzeitig einen noch weiteren Hangausgleich mit größeren Neigungswinkeln des Aufbaues.

Wesentlichen Anteil an der Entwicklung zu niedrigeren Reifeninnendrücker hat die Firma Michelin, die die Reifen CerexBiB IF (800/70R38, 900/60 R38 und 1000/55R32) für die bei den Rodern auftretenden Radlasten und Fahrgeschwindigkeit bis 40 km/h entwickelt hat [4; 6].

Bei dem Roder BeatEater der Firma Vervaet sind zwei vordere Achsen durch einen Cantilever verbunden und erzeugen damit einen mechanischen Radlastausgleich. Die hintere Achse ist in einem Drehschemel aufgehängt und mit einem Zwillingssrad bestückt. Zusammen mit einer Reifendruckregelanlage, die der Hersteller für selbstfahrende Gülleausbringfahrzeuge entwickelt hat, lässt sich mit diesem Fahrwerkskonzept und den Reifen von Michelin der Reifeninnendruck auf 120 kPa absenken.

Leistungsstarke Motoren haben Einzug bei den Rodern gehalten, Holmer stattet die zwei- und dreiachsigen (T4-30,40) mit Sechszylindermotoren und einer Leistung von 460 kW/628 PS aus. Die Firma ROPA verwendet in ihren Rodern einen 16 l Sechszylinder-Motor mit einer Leistung von 515 kW/700 PS [5]. Ein weiterer Motor, der ohne Abgasreinigung durch Ad-Blue betrieben wird, steht ebenfalls für beide Baureihen mit einer Leistung von

565 kW/768 PS zur Verfügung. Die Firma Grimme verwendet Motoren mit einer Leistung von 390 kW/530 PS für den Zweiachser und den Dreiachser von 460 kW/625 PS.

Laden und Reinigung mit Logistik

Bei größeren Arbeitsbreiten wird spurversetzt gefahren, um weniger Überrollungen zu erzeugen. Es bleibt ein Korridor zwischen den Anschlusspuren, der nicht überfahren wird und für das Befahren mit Überladefahrzeugen zur Verfügung steht. Die Firma Holmer bietet dieses Konzept zusammen mit dem selbstfahrenden Terra Variant an, der über eine Bunkerkapazität von 35 m³ verfügt und auch spurversetzt fahren kann.

Weitere Hersteller bieten Überladewagen an, darunter der amerikanische Hersteller Amity einen Wagen mit 48 m³ Bunkereinhalt und einem mittig angeordneten Entladeband. Die mittige Anordnung wird durch das niedrig bauende Gummibandlaufwerk des Wagens ermöglicht und erlaubt eine schnelle Entladung.

Auch der niederländische Hersteller Vervaet berücksichtigt das spurversetzte Fahren für seine Überladefahrzeuge. Das Fahrwerk besteht aus einem großvolumigen Reifen an der Vorderachse und zwei Hinterachsen, wovon die vordere teleskopiert werden kann und damit alle Räder eine eigene Spur bilden. Der Bunker des Überladers wird entweder nach hinten oder zur Seite entladen.

Der Reinigungslader der Firma Holmer kann die Neigung der Wendelwalzen im Aufnahmetisch verstellen (**Bild 3**) [7]. Bei flacher Einstellung (17°) ist die Ladeleistung höher und der Reinigungseffekt gemindert, bei steiler Neigung (22°) werden die Rüben intensiver gereinigt, die Förderung der Rüben jedoch herabgesetzt



Bild 3: Aufnahmetisch Holmer Terra Felis mit Neigungsverstellung

Figure 3: Pick-up head of Holmer Terra Felis cleaner loader with adjustment of inclination

Sonstiges

Für die Ernte von Zuckerrüben, die als Substrat von Biogasanlagen Verwendung finden, werden Roder mit Nassreinigungseinrichtungen angeboten. Die Rüben, die in den Fermenter gelangen, sollen frei von anhaftender Erde sein, um zu vermeiden, dass sich diese auf dem Boden des Gärbehälters absetzt und sich nur durch Öffnen des Behälters arbeitsaufwändig

entfernen lässt. Die Nassreinigung wird in den dreiachsigen Roder (Ropa euro-Tiger 4) bei Verkleinerung des Bunkers auf einen Inhalt von 8 bis 10 t integriert. Eine schlagkräftige Überlade- und Transporttechnik wird damit notwendig, um die Flächenleistung des Roders ausschöpfen zu können. Die Rüben werden in ein Wasserbecken transportiert, in dem ein Propellerrührwerk die Rüben aufschwimmen lässt während Steine absinken, die über ein Förderband ausgetragen werden. Die Rüben schwimmen über eine Trennkante weiter in ein Waschbecken, das mit einem Paddelrührwerk ausgestattet ist. Nach der Entnahme aus dem Waschbecken werden die Rüben nochmals mit Frischwasser aus Düsen nachgereinigt und gelangen dann in den Bunker. Es sind zwei Frischwassertanks mit einem Gesamtvolumen von 6 m³ installiert, was ausreicht um Rüben von ca. 2 ha erd- und steinfrei zu ernten. Der Hersteller Pallandt (Niedersachsen) gibt eine Waschleistung von 120 t/h bei einem Wasserverbrauch zwischen 1,5 und 4 m³ pro ha an [8].

Zusammenfassung

Die Nachbearbeitung der geköpften Rübe mit weichen Schlegeln wird wieder eingesetzt, um die mit Minimalschnitten geköpften Rüben sauberer zu bekommen. Achslastausgleich und weiterentwickelten Reifen erlauben ein Absenken des Reifeninnendruckes auf unter 140 kPa. Konzepte zum bodenschonenden Abtransport der Rüben aus der Fläche wie auch Transportfahrzeuge sind der Lösungsweg der Herstellern für den effizienten Einsatz von Roder mit größeren Arbeitsbreiten (9- oder 12-reihig). Für die Ernte von Zuckerrüben zum Einsatz als Substrat für Biogasanlagen werden Standardroder mit einer Wascheinrichtung für die Zuckerrüben ausgerüstet.

Literatur

- [1] WVZ: Jahresbericht 2015/2016 der Wirtschaftlichen Vereinigung Zucker und Verein der Zuckerindustrie. Bonn.
- [2] Schmittmann, O. und Schäfer, A.: Zuckerrübentechnik von der Saat bis zur Ernte - Neuheiten auf der Agritechnica 2015. Zuckerrübe 64 (2015) 6, S. 8-11.
- [3] Schmittmann, O. und Schäfer, A.: Agritechnica: Neues rund um die Rübe. LZ 51 Zuckerrübenjournal (2015) 4, S. 12-15.
- [4] Schäfer, A.: Agritechnica-Neuheiten 2015 bei der Zuckerrübentechnik. Zuckerrübe 64 (2015) 5, S. 33-35.
- [5] Ziegler, K.: Agritechnica 2015 ganz smart. Deutsche Zuckerrübenzeitung dzz 51 (2015) 6, S. 18-20.
- [6] Schmittmann, O.: Beet Europe 2016 in Moyvillers - Steigerung der Ernteleistung und Maßnahmen zum Bodenschutz. Zuckerrübe 65 (2016) 6, S. 33-37.
- [7] Ziegler, K.: Menschen, Technik, Innovationen. Deutsche Zuckerrübenzeitung dzz 51 (2015) 5, S. 14-17.
- [8] Gruber, W.: Der Waschbär für die Rüben. LZ 51 Zuckerrübenjournal (2015) 4, S. 16-17.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Schulze Lammers, Peter: Technik für den Hackfruchtanbau, Zuckerrübentechnik. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64183>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/292.html>

Technik in der Rinderhaltung

Heinz Bernhardt,

Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik, Technische Universität München

Kurzfassung

Die Entwicklung zur Automatisierung und zur sensorgestützten Tierüberwachung ist in der Rinderhaltung weiterhin ungebrochen. Die Umsetzung in die Praxis wurde im letzten Jahr durch die niedrigen Milchpreise ausgebremst. Allgemein ist zu beobachten, dass die Lücken zu komplett automatisierten Stallsystemen in allen Betriebsgrößen immer mehr geschlossen werden. Bei der Sensorik lassen sich mehrere Trends ausmachen. Es werden immer mehr Techniken, die ursprünglich für das automatische Melken entwickelt wurden, auch im konventionellen Melken angeboten, die Suche nach neuen Sensoren zur Bestimmung von Tierparametern geht weiter und die intelligente Verknüpfung verschiedenster Sensordaten ermöglicht eine deutliche Steigerung der Aussagegenauigkeit. Dabei wird auch ein immer größerer Wert auf die Benutzerfreundlichkeit der Systeme gelegt.

Schlüsselwörter

Milchvieh, Melken, Kälberhaltung, Sensoren, Automatisierung

Machinery and Techniques for Cattle Husbandry

Heinz Bernhardt,

Agricultural Systems Engineering, Technical University of Munich

Abstract

The development for automation and sensor-assisted animal monitoring is still unbroken in cattle management. The implementation into the practice was slowed down last year by the low milk prices. In general it can be observed that the gaps to completely automated barn systems are being closed more and more in all operating sizes. There are several trends in sensor technology. More and more techniques developed for automatic milking have been offered in conventional milking. The search for new sensors for the determination of animal parameters continues, and the intelligent linkage of various sensory data allows a clear increase in out-of-rangeness. An ever greater emphasis is placed on the user-friendliness of the systems.

Keywords

Dairy cow, milking, sensors, calf breeding, automation

Allgemeine Rahmenbedingungen

Im Vergleich der Mitgliedsstaaten der EU ist Deutschland mit einem Milchproduktionsanteil von etwas über 20 Prozent der größte Erzeuger. Dabei hält etwa jeder vierte landwirtschaftliche Betrieb in Deutschland Milchkühe, womit die Milchproduktion der wichtigste tierische Produktionszweig ist. Aufgrund der vergleichsweise hohen Milcherzeugerpreise und vor dem Hintergrund des Auslaufens der Milchquotenregelung im Jahr 2015 wurde die Milcherzeugung seit 2008 um 14 Prozent gesteigert. [1] Dieser Entwicklungstrend brach im letzten mit dem massiven Einbruch der Milchpreise ein. Im Jahresdurchschnitt lag der Milchpreis 2016 bei 29,29 € pro 100 kg [2] wobei besonders die erste Jahreshälfte noch darunter lag. Dies führte neben einem deutlichen Investitionsrückgang [3] auch zu einer Reduktion der Tieranzahl und Betriebe. In Deutschland ging die Zahl der Milchkühe im Erfassungsjahr 2016 um rund 67.000 (- 1,6 %) Tiere und die Zahl der Haltungen um rund 4.100 Betriebe (- 5,6 %) zurück. [4,5]

Neben der ökonomischen Situation wurde der Milchsektor auch im letzten Jahr wieder stark von der Tierwohl- und Nachhaltigkeitsdiskussion geprägt. Insgesamt ist ein starker gesellschaftlicher Trend in Richtung von Tierwohl und Nachhaltigkeit zu erkennen. [6,7] Darauf reagiert der Sektor mit entsprechenden Tierwohllabeln, die auch wieder Auswirkungen auf die entsprechende Technik, Gebäude [8] und Haltungssysteme haben. [9-13] Im Bereich der rechtlichen Struktur der Haltungsverfahren für Milchkühe ist hierbei besonders der Bundesratsentwurf zum Verbot der ganzjährigen Anbindehaltung von Rindern zu nennen [14]. Dabei soll die ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen als nicht tiergerechtes Haltungssystem im Sinne des § 2 Tierschutzgesetz erklärt werden und mit einer Übergangsfrist von 12 Jahren verboten werden. Dieser wurde vom Bundesrat verabschiedet, aber von der Bundesregierung abgelehnt. Insgesamt ist zwar die ganzjährige Anbindehaltung von Milchkühen ein auslaufendes Haltungssystem. In Bayern wurden aber noch laut Statistik der Milchleistungsprüfung in 2016 in 36,6 % alle Betriebe Milchkühe in ganzjähriger Anbindehaltung gehalten. Dies sind 21,8 % aller hierbei erfassten Milchkühe. [15] Es zeigt sich damit, dass es eher kleine und mittlere Betriebe sind. Trotzdem hätte das gesetzliche Verbot erhebliche Auswirkungen auf den gesamten Milchsektor in Süddeutschland.

Melktechnik

Nachdem es in den letzten Jahren mit der Präsentation automatischer Melkkarussellen noch einmal zu einer tiefgreifenden Veränderung in der Melktechnik kam verbreiten sich diese Systeme nach den positiven Ergebnissen in ersten Testbetrieben nun auch immer mehr in der Praxis. Zwar wurde diese Entwicklung im letzten Jahr durch die ökonomische Situation stark abgebremst, aber besonders bei Großbetrieben müssen vor dem Hintergrund des Alters der bestehenden Technik und der Mitarbeitersituation entsprechende Entscheidungen getroffen werden.

Insgesamt entwickelt sich automatisches melken kontinuierlich weiter. Entsprechende Anpassung der Technik und Sensorik haben dabei wie Untersuchungen zeigen positive Auswirkungen auf die Milchleistung. [16]

Die Firma GEA hat ihr Angebot im Bereich der Einboxenanlagen für Betriebe bis zu 70 Milchkühen überarbeitet und bietet die Monobox an die auf der gleichen Ansetzeinheit wie die automatischen Melkkarusselle basiert. [17] Auch bei den Neuentwicklungen im Bereich der konventionellen Melkstände wird durch unterstützende Automatisierung immer mehr auf Tierwohl und Arbeitseffizienz geachtet. [18,19]

Die Sensorik beim Melken nimmt einen immer größeren Raum ein. So werden in Untersuchungen NIRS in den Milchschräuchen eingesetzt, um aussagen über die Milchqualität zu erhalten [20], Messung von Progesteron im Milchfluss zur Erstellung von tierindividuellen Progesteron Profilen vorgenommen [21] oder von GEA CMIQ-Monitoring präsentiert das Mastitis auf Viertelebene in Echtzeit frühzeitig erkennen soll [22]. Es ist auch zu beobachten das Systeme die ursprünglich für das automatische Melken entwickelt wurden, nun immer mehr auch in konventionellen melkständen Einzug halten.

Besonders bei größer werden Melkanlagen spielt die automatische Reinigung eine immer wichtigere Rolle für die Milchqualität. Ziel ist es alle Leitungsoberflächen in Kontakt mit Reinigungslösung zu bringen, wozu ein Pfropfen mit der richtigen Geschwindigkeit und Länge durch die gesamte Leitung geschossen wird. Eine Kontrolle der Reinigungswirkung gestaltet sich dabei schwierig. Das von DeLaval vorgestellte Cleaning Analysis System erfasst über Vakuumsensoren den Druckverlauf in der Leitung und kann damit die Pfropfen und Reinigungswirkung errechnen. [23]

Mit fortschreitender Automatisierung der Melktechnik wird auch die kontinuierliche Verfügbarkeit von Energie für die Sicherheit des Unternehmens immer wichtiger. Untersuchungen zeigen, dass bei einem Stromausfall von 4 Stunden zwar eine extreme Unruhe in der Herde entsteht, die auch noch einige Zeit danach andauert. Es aber zu keinen signifikanten Leistungsveränderungen in der Herde kommt. [24,25]

Fütterungstechnik

Nachdem sich die Automatisierung in der Fütterungstechnik in den letzten Jahren stark auf die direkte Fütterungstechnik konzentriert hat werden nun andere Bereiche dieses Sektors automatisiert. Als gutes Beispiel dafür kann die Siloabdeckvorrichtung Wicky der Wasserbauer GmbH gelten. Hiermit wird die Abdeckfolie von Fahrsilos automatisch aufgerollt. Dies stellt eine deutliche Verbesserung zum komplett manuellen Aufdeckverfahren dar, da die Folienbeschwerung im sicheren Abstand zur Silokante im Vorfeld entfernt werden kann. Außerdem kann die Aufdeckung des Silos automatisch an der Fütterung bzw. dem Entnahmenvorschub angepasst werden. Somit ist auch eine optimale Siloqualität gesichert. [26,27]

Im Bereich der sensorgestützten Erfassung der Futterqualität gibt es auch neue Ansätze. So sind mehrere Systeme auf dem Markt die Sensoren direkt in den Futtermischwagen integrieren. Hiermit können über Bildverarbeitung und -analyse in Echtzeit die Strukturveränderung [28] oder Homogenität [29] von Futtermischungen während des Mischens erfasst und bewertet. So ist eine Anpassung noch während des laufenden Prozesses möglich. [26]

Bei der Steuerung automatischer Fütterungssysteme versucht man weg von den festen Fütterungszeiten zu gehen und sie mehr an die Bedürfnisse der Kühe anzupassen. Dies kann

zu einer höheren Grundfutteraufnahme führen. [30] Ein daraus abgeleiteter Ansatz ist hierbei über die Vorlage von frischem Futter die Kühe zum Besuch des AMS zu bewegen. Dies gelingt aber noch nicht durchgängig im Jahresverlauf. Ein anderer Aspekt ist über die Ortung der Tiere im Stall Rückschlüsse auf die Fressbereitschaft zu erhalten und danach das AFS zu steuern. [31-33]

Sonstige Stalltechnik

Bei der Stalltechnik ist auch eine weitere Automatisierung zu erkennen. Autonome Einstreugeräte übernehmen Transport und selbstständigen Verteilen von gehäckseltem Stroh in die Liegeboxen. Dabei werden belegte Liegeboxen erkannt, dokumentiert und die vorgegebene Einstreumenge in einer der nächsten Fahrten ausgebracht, bis alle Liegeplätze mit der gegebenen Menge Einstreu versorgt worden sind. [34]

Im Bereich Stallbodenreinigung hat Lely eine Innovation im automatischen reinigen von Planbefestigten Böden vorgestellt. Der Lely Discovery 120 Collector verdünnt und löst die Gülle mit Wasser von der Lauffläche, saugt sie dann in einen Tank auf und entlädt diesen an vorgegeben Abgabepositionen. Dies verhindert, dass die Kühe mit ihren Klauen in einer „Bugwelle“ von Gülle stehen, wie dies bei gängigen Schieberentmistungsanlagen bei planbefestigten Ställen oft der Fall ist. [35]



Bild 1: Lely Discovery 120 Collector [35]

Figure 1: Lely Discovery 120 Collector [35]

Bei den Stallreinigungsrobotern ist aber auch zu beobachten, dass hier die Interaktion mit der Milchkuh noch zu verbessern ist. Eine Umfeldüberwachung würde hier Vorteile bringen, z.B. das der Roboter stoppt wenn er feststellt das eine Kuh aus der Liegebox heraustreten will oder er seine Route ändert wenn zu viele Kühe im Reinigungsbereich stehen. [36,37]

Sensorik Milchvieh

Die umfassende Sensorik spielt in der Milchviehhaltung eine immer entscheidende Rolle. Bei den in Europa immer stärker wachsenden Betrieben bei gleichzeitiger Reduktion der Arbeitskräfte ist ohne entsprechende Sensorik keine ausreichende Erfassung der Produktionsprozesse mehr möglich. [38] Das Ziel ist es möglich schnelle und genaue Daten zu bekommen. [39] Die Genauigkeit einzelner Systeme liegt auch wie verschiedene Vergleichsanalysen zeigen relativ hoch. [40]

Ein Ansatz für die Vernetzung ist das von GEA vorgestellte Produkt GEA DairyNet, das die Daten des Herdenmanagerprogramms in die allgemeine Plattform 365-FarmNet integriert und damit den Austausch mit anderen Partnern der Plattform ermöglicht. [41]

Tierkennzeichnung und -ortung

Die Ohrmarke stellt einen grundlegenden Baustein zur durchgängigen Dokumentation in der Rinderhaltung da. Bisherige Ansätze über die Ohrmarken auch andere Funktionen aus dem Bereich Tiersensorik wie z.B. Aktivität oder Ortung abzubilden scheiterten meist am Energiebedarf der Sensoren. Die von der Firma Smartbow auf der EuroTier vorgestellte Rinderohrmarke "Eartag LIFE" dient neben der offiziellen Tierkennzeichnung auch zur Ortung in Echtzeit und zum Gesundheitsmonitoring. Das geringe Gewicht ermöglicht den Einsatz bereits ab der Geburt des Kalbes und über die entsprechende Energieversorgung kann die Funktionsfähigkeit über den gesamten Lebenszyklus sichergestellt werden. Die Ortungsdaten können über das Netzwerk direkt auf das Smartphone des Herdenmanagers übertragen werden. In größeren Gruppen können auch einzelne Tiere über eine eingebaute LED lokalisiert werden. [26,42,43] Die Genauigkeit der Tierortung von Smartbow lag in Vergleichsuntersuchungen bei 1,32 m. [44] Beim Tierortungssystem CowView von GEA zeigen Überprüfungen eine richtige Zuordnung in die einzelnen Aktivitätsbereiche von weit über 95 %. [45]

Fressverhalten und Wiederkauaktivität

Das Fressverhalten und die Wiederkauaktivität spielt eine entscheidende Rolle bei der Futterverwertung. Es zeigt sich das der Rumi Watch Sensor Wiederkauen und Fressen hoch signifikant erfassen kann, bei der Tränke ist diese Genauigkeit nicht gegeben. [46] Auch bei der Weidehaltung ist das Fressverhalten wichtig. Hier können mit speziellen Aktivitätssensoren gute Ergebnisse erzielt werden. [47]

Gesundheitszustand

Der Bereich Gesundheitsmonitoring von Milchkühen ist von verschiedenen Ansätzen geprägt. Zum einen werden neue Einzelsensoren gesucht und zum anderen versucht man über die intelligente Verknüpfung verschiedener Sensorwerte die Genauigkeit des Gesamtsystems zu erhöhen.

Als mögliches Einzelfrühwarnsystem für ein beginnendes MilCHFieber soll die Innenohrtemperatur der Kuh und der damit zusammenhängende Kalziumspiegel analysiert werden. In der Untersuchung zeigt sich, dass ein Zusammenhang besteht aber der Wert als alleiniger Kennwert zur sicheren Bestimmung nicht ausreicht. [48]

Über die Verknüpfung von Aktivität- und Wiederkausensor zeigen sich bei der Früherkennung von Verdauungsstörungen gute Ergebnisse. Die Erkennung von Mastitis und Metritis gelingt erst im klinischen Stadium, womit die Datenverknüpfung zur Früherkennung noch nicht ausreicht [49-51]

Kälberhaltung

Ähnlich wie in der Milchviehhaltung ist auch bei der Kälberaufzucht die Sensorik ein entscheidender Aspekt. Eine optimale Versorgung während der Tränkephase des Kalbes hat erhebliche Auswirkungen auf die Milchleistung der ersten Laktation der Milchkuh. [52]



Bild 2: Smart Calf System von Förster Technik [53]

Figure 2: Smart Calf System from Förster Technik [53]

Erkrankungen im Kälberalter haben somit erhebliche Auswirkungen auf das Milchleistungspotential der späteren Kuh. Ein verändertes Trinkverhalten und verringerte Mengenaufnahmen sind meist die ersten Zeichen einer Kälbererkrankung und bei größeren Beständen nur schwer visuell zu erkennen. Über das „Smart Calf System“ von Förster-Technik können verschiedene Gesundheitsparameter erfasst und die Ergebnisse miteinander Verschnitten werden. Am Tränkeautomat wird die abgerufene Tränkemenge und über einen Beschleunigungssensor die Saug- und Stoßbewegungen erfasst, an der Wassertränke die konsumierte Wassermenge und Trinkgeschwindigkeit und über das Tierhalsband die Aktivität. Über die Verschnidung dieser Daten können früher als bei Einzeldaten gesundheitliche Abweichungen

erkannt werden. Zu beobachtende Tiere können direkt über ein LED am Halsband angezeigt werden und die Kontrolle auch am Halsband bestätigt werden. [26,53]

Als Beispiel für die Automatisierung in der Kälberhaltung kann das neue Milchtaxi von Holm & Laue gelte bei dem automatisch der einzelne Tränke Eimer erkannt wird und die für das entsprechende Kalb verknüpfte individuelle Tränkemenge ausdosiert wird. [26]

Zusammenfassung

Die schwierige ökonomische Situation in der Milchproduktion hat im letzten Jahr viele Entwicklungspläne in den Betrieben erst einmal ausgebremst. Gleichzeitig ist aber eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Haltungssysteme in Richtung Tierwohl- und Nachhaltigkeitsaspekte vor dem Hintergrund des gesellschaftlichen Drucks notwendig. Dass der gesellschaftliche Druck auch bereits in der Politik angekommen ist, zeigt der Bundesratsbeschluss zur ganzjährigen Anbindehaltung. Der besonders für Süddeutsche Betriebe erhebliche Auswirkung hätte. Insgesamt entwickelt sich der Trend zum automatisieren Stall- und Managementsystem immer weiter. Automatische Melk- und Fütterungssysteme stehen inzwischen marktreif für alle Betriebsgrößen zur Verfügung. Auch für weitere Bereiche wie z.B. reinigen oder einstreuen gibt es inzwischen verschiedene automatisierte Systeme. Kälbertränkesysteme werden immer stärker vernetzt und dienen inzwischen auch zum Gesundheitsmonitoring des Kalbes. Zum Management dieser Systeme wird auch die Stallsensorik immer weiter ausgebaut. Sowohl über neue Einzelsensoren als auch über die intelligente Verknüpfung bestehender Sensorsysteme stehen immer genauere Datengrundlagen zum Steuern und Regeln für den Betriebsleiter zur Verfügung. Die so gewonnen Daten können über Plattformen ausgetauscht werden und somit betriebsindividuelle Beratungsempfehlungen bereitgestellt werden. Dadurch verändert sich auch die Rolle des Landwirts von der Arbeitskraft zum Melken und Füttern entwickelt er sich immer mehr zum Manager der das komplexe System kontrolliert ohne dabei zu vergessen, dass es sich um Milchkühe handelt. Dies stellt auch die Landwirte vor große Herausforderungen.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Milchkrise. URL - https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Agrarpolitik/1_EU-Marktregelungen/_Texte/Fragen_und_Antworten_Milch_2016.html - Zugriff am: 27.02.2017.
- [2] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: 2016 Milchpreise pro Monat. URL - http://www.ble.de/DE/01_Markt/09_Marktbeobachtung/01_MilchUndMilcherzeugnisse/_functions/TabelleMilchpreiseProMonat2016.html - Zugriff am: 27.02.2017.
- [3] Deutscher Bauernverband: Stimmungslage und Investitionsbereitschaft weiter auf Tiefstand. URL - <http://www.bauernverband.de/dbv-konjunkturbarometer-sep-2016> - Zugriff am : 27.02.2017.

- [4] Landesvereinigung der Milchwirtschaft Niedersachsen: Strukturwandel: Weniger Milchkühe und weniger Milchviehhaltungen ermittelt. URL - <http://milchwirtschaft.de/aktuelles-und-veranstaltungen/aktuelles/2017/01-Strukturwandel-Milchkuehe-Milchviehhaltungen.php> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [5] DeStatis: Tiere und tierische Erzeugung. URL - <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Wirtschaftsbereiche/LandForstwirtschaftFischerei/TiereundtierischeErzeugung/TiereundtierischeErzeugung.html> - Zugriff am 27.02.2017.
- [6] Martinez, J.: Paradigmenwechsel in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung - von betrieblicher Leistungsfähigkeit zu einer tierwohlorientierten Haltung. in: Rechtswissenschaft, Seite 441 - 467, Jahrgang 7 (2016), Heft 3, DOI: 10.5771/1868-8098-2016-3-441.
- [7] Johnsen, J.; Zipp, K.; Kälber, T.; Passillé, A.; Knierim, U.; Barth, K.; Mejdell, C.: Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? —Current and future research. In: Applied Animal Behaviour Science 181 (2016), S. 1–11. DOI: 10.1016/j.applanim.2015.11.011.
- [8] Gomez, Y.; Terranova, M.; Zahner, M.; Hillmann, E.; Savary, P.: Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. In: Journal of dairy science 100 (2), 2017, S. 1331–1339. DOI: 10.3168/jds.2016-11589.
- [9] QM-Milch: Standarddokumente. URL - <http://www.qm-milch.de/standarddokumente> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [10] Heise, H.; Pirsich, W.; Theuvsen, L.: Kriterienbasierte Bewertung ausgewählter europäischer Tierwohl-Labels. Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Band 94, Heft 1, Mai 2016. DOI: 10.12767/buel.v94i1.85.g253.
- [11] Luhmann H.; Schaper C.; Theuvsen L.; Weiland I.: Was bedingt die Bereitschaft deutscher Milcherzeuger zur Teilnahme an einem Nachhaltigkeitsstandard? Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: 56. Jahrestagung der GEWISOLA, Bonn, 28. - 30. September 2016. No. 244758. Hrsg.: German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), 2016.
- [12] Zapf, R.; Schultheiß, U.; Achilles, W.; Schrader, L.; Knierim, U.; Herrmann, H. et al.: Indikatoren für die betriebliche Eigenkontrolle auf Tiergerechtheit – Beispiel Milchkühe. 221–230 Seiten / LANDTECHNIK – Agricultural Engineering, Bd. 70, Nr. 6 (2015) DOI: 10.15150/lt.2015.2678.
- [13] Graaf, S.; van Loo, E.; Bijttebier, J.; Vanhonacker, F.; Lauwers, L.; Tuytens, F.; Verbeke, W.: Determinants of consumer intention to purchase animal-friendly milk. In: Journal of dairy science 99 (10), 2016, S. 8304–8313. DOI: 10.3168/jds.2016-10886.
- [14] Bundesrat: Entschließung des Bundesrates zum Verbot der ganzjährigen Anbindehaltung von Rindern. Grunddrucksache 548/15 und 187/16. URL - <https://www.bundesrat.de/SharedDocs/TO/944/tagesordnung-944.html> -

- [15] Landeskontrollverband Bayern. URL - <http://www.lkv.bayern.de/lkv/medien/Laufstaelle/00%20Bayern.pdf> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [16] Rose-Meierhöfer, S.; Gündel, S.; Demba, S.; Ammon, C.: Comparison of two automatic milking systems regarding milk delivery and milk quality. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [17] N.N.: Pressemitteilung GEA Monobox. URL - <http://www.gea.com/de/products/Monobox.jsp> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [18] N.N.: Pressemitteilung Lemmer Fullwood Quick-E. URL - <http://www.lemmer-fullwood.info/presse-> Zugriff am: 27.02.2017.
- [19] N.N.: Pressemitteilung Silicon Form EuroTier 2016. URL - <http://www.siliconform.com> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [20] Iweka, P.; Kawamura, S.; Morita, A.; Mitani, T.; Okatani, T.; Koseki, S.: Development of a Nearinfrared Spectroscopic Sensing System for Milk Quality Evaluation during Milking. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [21] Derks, M.; Blavy, P.; Höglund, J.; Friggens, N.: Templates to classify progesterone profiles, built using real-time milk progesterone measurements. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.239-244.
- [22] N.N.: Pressemitteilung GEA CMIQ-Monitoring. URL - <http://www.gea.com/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [23] N.N.: Pressemitteilung DeLaval DCA Reinigungssystem. URL - <http://www.delaval.com/de/uber-delaval/de/news/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [24] Gräff, A.; Palme, R.; Petermeier, H.; Bernhardt, H.: Assessing adrenocortical activity in dairy cows during simulated power cuts in AMS. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Arhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [25] Höld, M.; Gräff, A.; Stumpfenhausen, J.; Bernhardt, H.: Basics for the energy distribution in a dairy barn with an energy management System. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.135-140.
- [26] N.N.: Innovation Award EuroTier 2016 - Neuheiten Magazin EuroTier 2016. Hrsg.: Deutsche Landwirtschafts Gesellschaft, Frankfurt, 2016.
- [27] N.N.: Pressemitteilungen Wasserbauer GmbH. URL - <http://www.wasserbauer.at/news-fuetterungsroboter.htm> - Zugriff am: 27.02.2017.

- [28] N.N.: News Precision Feeding - Dinamica Generale. URL - <http://www.dinamicagenerale.com/dgprecisionfeeding> - Zugriff am:27.02.2017.
- [29] N.N.: V-READY to Feed Optical Mix Control - Bernard van Lengerich. URL - <http://landmaschinenteknik.bvl-group.de/de/home/> - Zugriff am:27.02.2017.
- [30] King, M.; Crossley, R.; DeVries, T.: Impact of timing of feed delivery on the behavior and productivity of dairy cows. In: Journal of dairy science 99 (2), 2016, S. 1471–1482. DOI: 10.3168/jds.2015-9790.
- [31] Oberschätzl-Kopp, R.; Haidn, B.; Peis, R.; Reiter, K.; Bernhardt, H.: Effects of an automatic feeding system with dynamic feed delivery times on the behaviour of dairy cows. In: Tagungsband zur International Conference on Agricultural Engineering, 26.-29. Juni 2016 in Aarhus/Dänemark. URL - <http://conferences.au.dk/cigr-2016/full-papers/> - Hrsg.: CIGR, 2016.
- [32] Oberschätzl-Kopp, R.; Haidn, B.; Peis, R.; Reiter, K.; Bernhardt, H.: Effects of an automatic feeding system with dynamic feeding times on the behavior of dairy cows. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.363-369.
- [33] De Mol, R.; Goselink, R.; Van Riel, J.; Knijn, H.; Van Kneegsel G.: The relation between eating time and feed intake of dairy cows. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.387-392.
- [34] N.N.: Prospekt „Einstreu-Meister“ Hartmann GmbH & Co. KG. URL - <http://www.stallbauprofis.de/iq-stall/einstreutechnik.html> - Zugriff am:27.02.2017.
- [35] N.N.: Pressemitteilung Lely Discovery 120 Collector. URL - https://www.lely.com/de/pressemitteilungen-copy/2017/01/23/Neue_Lely_Discovery_120_Collector/ - Zugriff am: 27.02.2017.
- [36] Doerfler, R.; Martin, R.; Bernhardt, H.: Implications of Robotic Walkway Cleaning for Hoof Disorders in Dairy Cattle. In: IJERA 7 (01), 2017, S. 98–104. DOI: 10.9790/9622-07010498104.
- [37] Doerfler, R.; Lehermeier, C.; Kliem, H.; Mostl, E.; Bernhardt, H.: Physiological and Behavioral Responses of Dairy Cattle to the Introduction of Robot Scrapers. In: Frontiers in veterinary science 3, S. 106. DOI: 10.3389/fvets.2016.00106.
- [38] Caja, G.; Castro-Costa, A.; Knight, C.: Engineering to support wellbeing of dairy animals. In: The Journal of dairy research 83 (2), S. 136–147. DOI: 10.1017/S0022029916000261.
- [39] Griffioen, K.; Hop, G.; Holstege, M.; Velthuis, A.; Lam, T.: Dutch dairy farmers' need for microbiological mastitis diagnostics. In: Journal of dairy science 99 (7), 2016, S. 5551–5561. DOI: 10.3168/jds.2015-10816.

- [40] Borchers, M.; Chang, Y.; Tsai, I.; Wadsworth, B.; Bewley, J.: A validation of technologies monitoring dairy cow feeding, ruminating, and lying behaviors. In: Journal of dairy science 99 (9), 2016, S. 7458–7466. DOI: 10.3168/jds.2015-10843.
- [41] N.N.: Pressemitteilung GEA DairyNet. URL - <http://www.gea.com/> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [42] N.N.: Pressemeldung Smartbow. URL - <http://www.smartbow.at/de/mehr/news-terme/news-detail/goldmedaille-geht-an-eartag-life.html> - Zugriff am: 27.02.2017.
- [43] Tomic, D.; Iwersen, M.; Auer, W.: Cow time budget and beyond - experience with the Smartbow system. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.81-87.
- [44] Wolfger, B.; Jones, B.; Orsel, K.; Bewley, J.: Technical note: Evaluation of an ear-attached real-time location monitoring system. In: Journal of dairy science 100 (3), 2017, S. 2219–2224. DOI: 10.3168/jds.2016-11527.
- [45] Tullo, E.; Fontana, I.; Gottardo, D.; Sloth, K.; Guarino, M.: Technical note: Validation of a commercial system for the continuous and automated monitoring of dairy cow activity. In: Journal of dairy science 99 (9), 2016, S. 7489–7494. DOI: 10.3168/jds.2016-11014.
- [46] Ruuska, S.; Kajava, S.; Mughal, M.; Zehner, N.; Mononen, J.: Validation of a pressure sensor-based system for measuring eating, rumination and drinking behaviour of dairy cattle. In: Applied Animal Behaviour Science 174, (2016) S. 19–23. DOI: 10.1016/j.applanim.2015.11.005.
- [47] Allain, C.; Danilo, S.; Raynal, J.; Beck, C.; Delagarde, R.; Brocard, V.: Recording grazing time of dairy cows in AMS farms with the Lifecorder+ sensor. In Kamphuis C; Steeneveld, W (Hrsg.): Precision dairy farming 2016. First International Conference on Precision Dairy Farming, Leeuwarden, The Netherlands, 21-23 June 2016. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, 216, S.401-406.
- [48] Venjakob, P.; Borchardt, S.; Thiele, G.; Heuwieser, W.: Evaluation of ear skin temperature as a cow-side test to predict postpartum calcium status in dairy cows. In: Journal of dairy science 99 (8), 2016, S. 6542–6549. DOI: 10.3168/jds.2015-10734.
- [49] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part I. Metabolic and digestive disorders. In: Journal of dairy science 99 (9), 216, S. 7395–7410. DOI: 10.3168/jds.2016-10907.
- [50] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part II. Mastitis. In: Journal of dairy science 99 (9), 2016, S. 7411–7421. DOI: 10.3168/jds.2016-10908.

- [51] Stangaferro, M.; Wijma, R.; Caixeta, L.; Al-Abri, M.; Giordano, J.: Use of rumination and activity monitoring for the identification of dairy cows with health disorders: Part III. Metritis. In: Journal of dairy science 99 (9), 2016, S. 7422–7433. DOI: 10.3168/jds.2016-11352.
- [52] Heins, B.; Chester-Jones, H.; Ziegler, D.; Ondarza, M.; Schuling, S.; Ziegler, B. et al.: Relationships between early life growth and first lactation performance of Holstein dairy cows. In: Journal of Animal Science 94 (2016), S. 598. DOI: 10.2527/jam2016-1243.
- [53] N.N.: Pressemeldung von Förster Technik zu Smart Calf System. URL - <http://www.foerster-technik.de/website/de/index/eurotier2016.php> - Zugriff am: 27.02.2017.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Bernhardt, Heinz: Technik in der Rinderhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-12

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64184>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/304.html>

Technik in der Geflügelhaltung

Jutta Berk

Institut für Tierschutz und Tierhaltung Celle, Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Kurzfassung

Aktuelle Schwerpunktthemen beim Geflügel sind weiterhin der Verzicht auf die Schnabelbehandlung in der Haltung von Legehennen und Mastputen sowie die Optimierung von Haltungssystemen mit Fokus auf Tiergesundheit. Die Verbesserung des Tierschutzes bei Geflügel erfordert jedoch auch zunehmend innovative Technik im Bereich der Verladung, des Transportes, der Betäubung und der Schlachtung. Im Rahmen des Beitrages werden zwei Innovationen (Q - Perch zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe, ATLAS - System für den Transport von Lebendgeflügel) vorgestellt.

Schlüsselwörter

Tierschutz, Q - Perch, Rote Vogelmilbe, ATLAS-System

Machinery and Technique in Poultry Husbandry

Jutta Berk

Institute of Animal Welfare and Animal Husbandry Celle, Federal Research Institute for Animal Health

Abstract

Current priority topics in research on poultry housing are still the waiver of beak treatment of laying hens and fattening turkeys as well as the optimization of husbandry systems with a focus on animal health. However, the improvement of animal welfare for poultry requires increasingly innovative technology in the field of loading, transport, stunning and slaughter. In this article, two innovations (Q - Perch to control the poultry red mite, ATLAS - live bird handling system) are presented.

Keywords

Animal welfare, Q - Perch, poultry red mite, ATLAS - system

Tierschutz in der Geflügelhaltung

Die hohe gesellschaftliche Akzeptanz für den Tierschutz in Deutschland zeigt sich einerseits in der Aufnahme des Tierschutzes als Staatsziel in das Grundgesetz und andererseits in einem detaillierten Tierschutzgesetz [1]. Die speziellen Anforderungen an das Halten von Nutztieren sind in der Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung geregelt [2]. Eine systematische Beurteilung des Tierwohls auf der Basis wissenschaftlich validierter, ergebnisorientierter und damit tierbezogener Indikatoren in Deutschland oder auf EU-Ebene wird gegenwärtig jedoch nicht durchgeführt [3]. Informationen über Haltungs- und Managementbedingungen von Nutztieren fehlen weitgehend, so dass ein quantitativer Überblick über das Tierschutzniveau anhand standardisiert erhobener Messgrößen nicht möglich ist [3].

In der „Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen“ zwischen dem Zentralverband der Deutschen Geflügelwirtschaft e. V., dem Bundesverband Deutsches Ei e.V., dem Verband Deutscher Putenerzeuger e.V. und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft verpflichtete sich die Geflügelwirtschaft, auf das routinemäßige Schnabelkürzen bei Legehennen und Mastputen zu verzichten [4]. Die Umsetzung erfolgte zunächst für die Legehennen, so dass ab dem 1. August 2016 kein Schnabelkürzen bei Küken von Legehennen mehr erfolgte und ab Januar 2017 keine Junghennen mit gekürzten Schnäbeln eingestellt werden sollen. Für Mastputen wurde ein schrittweiser Ausstieg aus dem routinemäßigen Schnabelkürzen beschlossen. Voraussetzung dafür ist das Vorliegen von ausreichenden wissenschaftlichen Erkenntnissen hinsichtlich der Ursachen des Entstehens von dieser unerwünschten Verhaltensweise und die Entwicklung von wirksamen Maßnahmen zu ihrer Vermeidung. Ab dem Januar 2017 soll zunächst eine Machbarkeitsprüfung für Putenhennen bis Ende 2017 erfolgen. Zielstellung dabei ist es, nach erfolgreicher Evaluierung auf die routinemäßige Schnabelbehandlung ab dem 1. Januar 2019 zu verzichten. Langfristig wird angestrebt, auch bei der Mast von Putenhähnen ohne das Kürzen von Schnäbeln auszukommen [4].

Die Verbesserung des Wohlbefindens von Geflügel sowie die Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel tierischer Herkunft beinhaltet nicht nur die Entwicklung tierschutzgerechter Haltungssysteme, sondern setzt auch eine gute Tiergesundheit im Stall sowie optimale Bedingungen während der Verladung, des Tiertransportes und auf dem Schlachthof zur Gewährleistung eines hohen Tierschutzstandards bei entsprechender Nahrungsmittelsicherheit voraus.

Q-Perch - spezielle Sitzstange zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*)

Die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) gilt als einer der bedeutendsten Ektoparasiten in der Haltung von Geflügel. Zu den Wirten der Roten Vogelmilbe gehören alle Arten von Wildvögeln und Ziervögeln, aber natürlich auch das Wirtschaftsgeflügel, vor allen Dingen sind Jung- und Legehennenbestände häufig sehr stark betroffen. Die Schädigung entsteht einerseits durch den von der Roten Vogelmilbe verursachten Blutentzug und andererseits

durch die bei der Blutmahlzeit entstehenden Hautirritationen. Neben einem Gewichtsverlust und erhöhten Mortalitätsraten wurden in stark belasteten Beständen auch eine Verschlechterung der Eiqualität sowie die Abnahme der Legeleistung festgestellt [5]. Die Rote Vogelmilbe fungiert außerdem als bedeutender Vektor bei der Übertragung von bakteriellen und viralen Krankheitskeimen. Darüber hinaus kann sie auch die humane Gesundheit negativ beeinflussen, wenn sie auf das Stallpersonal übergeht [6]. Die Bekämpfung der Roten Vogelmilbe wird durch ihre hohe Reproduktionsrate mit kurzem Generationswechsel, der verborgenen Lebensweise an schwer zugänglichen Stellen im Stall und das Überleben von langen Hungerperioden bis zu einer Dauer von 34 Wochen erschwert. Zusätzlich werden zunehmend Resistenzen gegen bislang wirksame Akarizide festgestellt [7; 8]. Aus diesem Grund sind alternative Ansätze zur Bekämpfung der Roten Vogelmilbe gefragt, die möglichst ohne chemische und/oder biologische Bestandteile funktionieren. In den letzten Jahren haben sich Volierensysteme verstärkt in der Haltung von Legehennen durchgesetzt (**Bild 1**).



Bild 1: Blick in einen Stall mit Volierensystem (Foto: Vencomatic Group)

Figure 1: View into a stable with an aviary system (Photo: Vencomatic Group)

Der Nachteil besteht darin, dass die Rote Vogelmilbe in diesem Haltungssystem zahlreiche Versteckmöglichkeiten findet und daher vor allem während der Legeperiode entsprechend schwierig zu bekämpfen ist. Die Vencomatic Group entwickelte aus diesem Grund eine ergonomisch geformte Sitzstange, den sogenannten Q-Perch, um die Vermehrung dieses unerwünschten Parasiten einzuschränken [9]. Der Q-Perch besteht aus einer pilzförmigen Sitzstange, die an den beiden Unterseiten mit einer Schwachstromleitung ausgestattet ist (**Bild 2**). Legehennen ruhen in der Nacht bevorzugt auf den höchsten Sitzstangen in der Voliere, wenn sie die Möglichkeit dazu haben. Im Laufe der Entwicklung des Q-Perches hat sich gezeigt, dass es für eine effektive Bekämpfung der Roten Vogelmilbe von Vorteil ist, zusätzliche Sitzstangen in der obersten Ebene zur Verfügung zu stellen. Die Roten Vogelmilben kommen während der Dunkelperiode aus ihren Verstecken, um ihre Blutmahlzeit einzunehmen. Bevor sie jedoch die Hennen erreichen können, müssen sie die elektrische Barriere überwinden und erhalten einen geringen Stromschlag, in dessen Folge sie sterben. Auf

diese Art und Weise werden die Milben daran gehindert, die erforderliche Blutmahlzeit für ihre Vermehrung aufzunehmen, so dass es letztendlich zu einer Reduktion des Milbenbefalls im Stall kommt, wie Praxisuntersuchungen gezeigt haben. Durch die angepasste Gestaltung der Sitzstange ist ein Kontakt der Füße der Legehennen mit den Stromleitungen ausgeschlossen. Mittels eines speziell entwickelten Kontrollsystems für jeden Q-Perch können Spannungsabfälle im Stall genau dokumentiert werden.

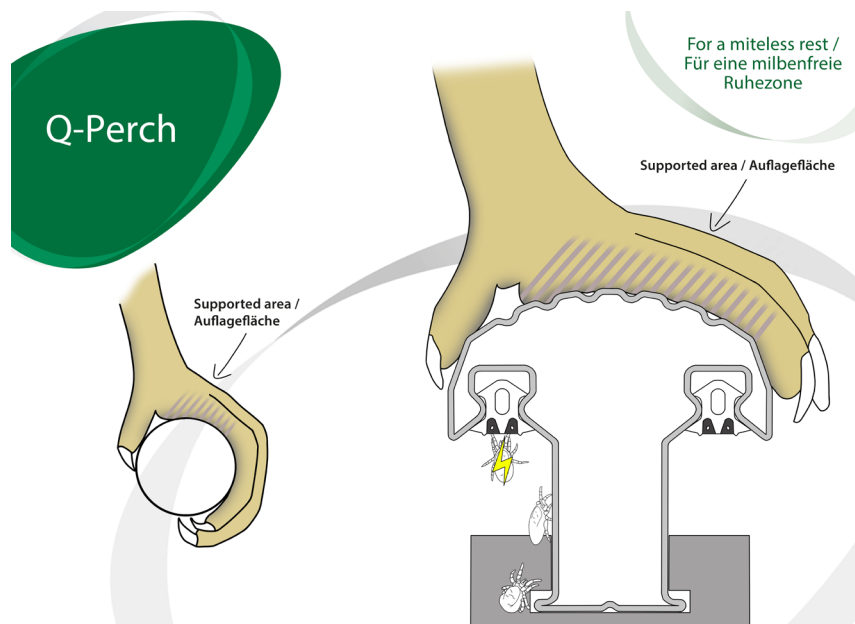


Bild 2: Q-Perch-Prinzip (Foto: Vencomatic Group)

Figure 2: Q-Perch principle (Photo: Vencomatic Group)

Die Kontrolle des Milbenbefalls im Stall erfolgte mittels Milbenfallen, die für 48 Stunden im Stall platziert wurden (**Bild 3**). Der Milbenbefall im Stall konnte dann entsprechend dem vorgefundenen Milbengewicht in den Fallen nach ihrer Abnahme ermittelt werden. Der Kontaminationsgrad des Stalles wurde entsprechend des vorgefundenen Milbengewichtes in den Fallen in 5 Stufen unterteilt, beginnend mit keine Milben (0 mg) über geringen (0 bis 200 mg), mittleren (200 bis 500 mg), hohen (500 bis 1000 mg) bis sehr hohen Befall (> 1000 mg). Gegenwärtig wurden bereits sieben Geflügelställe mit insgesamt 300.000 Legehennenplätzen mit dem Q-Perch ausgestattet.



Bild 3: Milbenfalle (Foto: Vencomatic Group)

Figure 3: Red mite trap (Photo: Vencomatic Group)

ATLAS - Neues Transportsystem für Broiler

Die Verbesserung des Tierschutzes bei Nutzgeflügel bezieht sich nicht nur auf die Haltung von Tieren, sondern muss auch im Bereich Transport, Betäubung und Schlachtung gewährleistet werden. Mit dem neuartigen System ATLAS (Advanced Technology Live bird Arrival System) wurde von der holländischen Firma Marel Poultry ein System entwickelt, das neben einem hohen Standard im Bereich des Tierschutzes auch in Bezug auf Hygiene und Kosteneffizienz überzeugt (**Bild 4**).

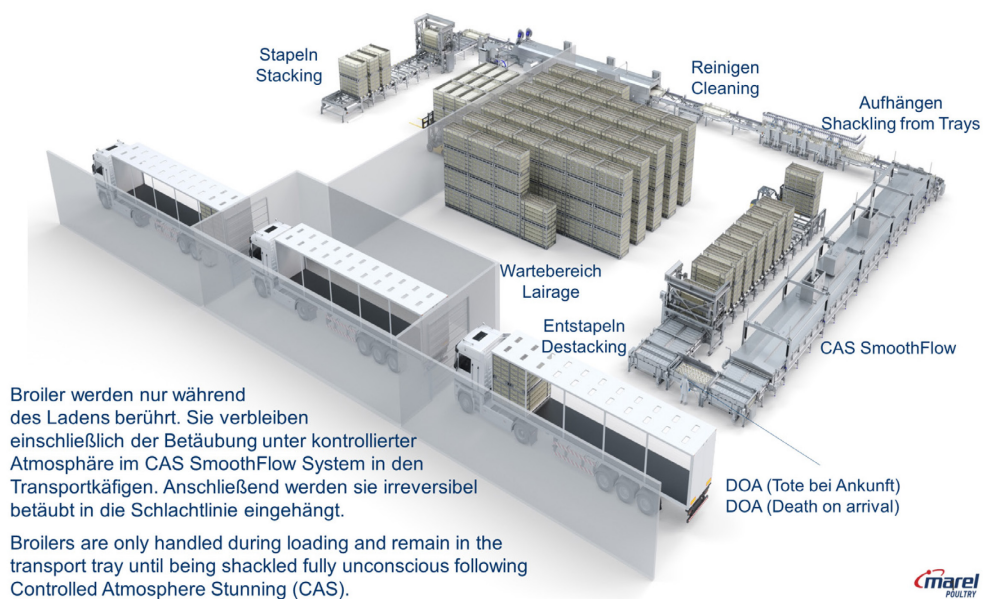


Bild 4: ATLAS - System für den Transport von Lebendgeflügel (Foto: Marel Poultry)

Figure 4: ATLAS - Life bird handling system (Photo: Marel Poultry)

Mittels dieses Transportsystems für Lebendgeflügel können bis zu 38 % mehr Tiere auf dem gleichen LKW transportiert werden, wenn die gesetzlichen Bestimmungen des jeweiligen Landes dies erlauben (bezogen auf die zugelassene LKW Last). Nach einer erfolgreichen Aufzucht und Mast ist der tierschutzgerechte Transport der Broiler vom Stall zur Schlachtung eine wichtige Voraussetzung um sicherzustellen, dass die Tiere in gutem Gesundheitszustand dort ankommen. Grundvoraussetzung dafür ist ein neues Transportmodul, SmartStack genannt, das nur aus Edelstahl und synthetischen Materialien besteht, so dass ein leichter und schneller Transport auf der Farm, aber auch im Verarbeitungsbetrieb möglich ist [Bild 5]. Dieses SmartStack-Transportmodul ist modular aufgebaut und besteht aus einer Palette sowie einer Reihe an stapelbaren Transportkäfigen, wobei kein Rahmen notwendig ist, da jeder Transportkäfig sicher auf der darunter liegenden Ebene ruht. Ein weiterer Vorteil dieses Moduls besteht in der Konstruktion der Paletten, da diese eine weitere Ebene bilden, indem sie Platz für die Verladung bieten.

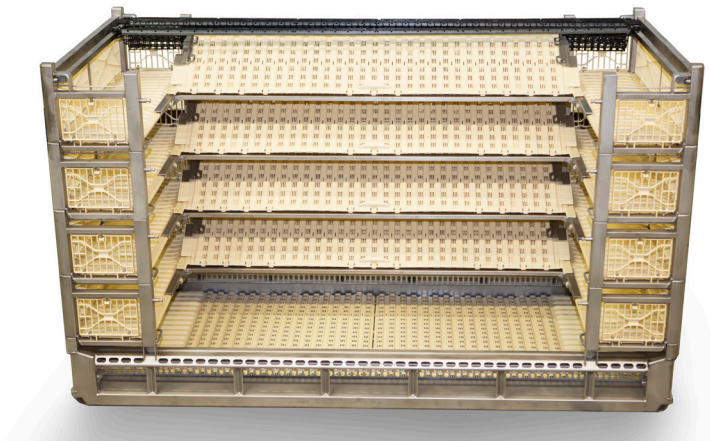


Bild 5: Transportmodul "SmartStack" (Foto: Marel Poultry)

Figure 5: Modul for transport "SmartStack" (Photo: Marel Poultry)

Nach dem Einfangen der Broiler gelangen diese über große Öffnungen an der Oberseite der einzelnen Transportkäfige in dieselben und werden nach erfolgter Befüllung mit dem faltbaren Boden der darüber angeordneten Ebene verschlossen. Die Transportkäfige sind mit bereits erprobten rutschsicheren Airflo-Böden ausgestattet, die das Venturi-Prinzip zur kontinuierlichen Versorgung der Broiler mittels Luftstrom nutzen. Zusätzlich befinden sich in jedem Boden Kanäle zur Erfassung des Kotes, so dass die Broiler trocken sitzen und Kontaminationen minimiert werden. Dank der offenen Konstruktion der Transportmodule ist jederzeit eine Kontrolle der Tiere und im Bedarfsfall auch die Entnahme von Einzeltieren möglich, um einen hohen Tierschutzstandard zu gewährleisten.

Nach der Ankunft im Verarbeitungsbetrieb stehen die Broiler zunächst im Wartebereich. Anschließend werden die Module mittels Gabelstapler entnommen und dem werksintegrierten ATLAS - System zugeführt. Hier erfolgt dann das automatische Entstapeln der Container im sogenannten Entstapler, wobei die Einzelcontainer anschließend mittels Förderband zum nächsten Prozessschritt, der Prüfstation, transportiert werden. An diesem Punkt erfolgt die Entnahme von eventuell vorhandenen toten Tieren, so dass die Nahrungsmittelsicherheit

und religiöse Vorgaben eingehalten werden. Der Vorteil des Systems ist, dass die Broiler bis zum Erreichen der Verarbeitungslinie für die Elektrobetäubung stressfrei in den Transportmodulen verbleiben. Alternativ können sie auch in den Transportmodulen über ein integriertes CAS SmoothFlow System zur Betäubung unter kontrollierter Atmosphäre gelangen, wo sie irreversibel betäubt in die Schlachtlinie eingehängt werden. Sind die Container entladen, werden sie einer hochleistungsfähigen Waschanlage zugeführt, neu gestapelt und können für den nächsten Transport eingesetzt werden [Bild 4]. Insgesamt ist das Gesamtsystem im Verarbeitungsbetrieb für stündliche Kapazitäten konzipiert, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt die derzeit höchsten Schlachtkapazitäten weit übertreffen. Weitere Vorteile dieses Systems sind laut Marel Poultry in der Robustheit, der Zuverlässigkeit, der leichten Steuerbarkeit sowie den geringen Betriebskosten zu sehen [10].

Zusammenfassung

Die Verbesserung des Tierschutzes in der Geflügelhaltung ist nach wie vor ein relevantes Thema in Deutschland und zeigt sich unter anderem in der "Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen", in der sich die Geflügelwirtschaft verpflichtet, auf das routinemäßige Schnabelkürzen bei Legehennen und Mastputen zu verzichten [4]. Neben der Verbesserung von Haltungssystemen im Geflügelbereich im Hinblick auf Wohlbefinden, Tiergesundheit und Umweltschutz wird auch verstärkt auf die Erzeugung qualitativ hochwertiger Lebensmittel tierischer Herkunft geachtet. Die Grundlagen dafür werden in der Haltung von Geflügel gelegt, erfordern aber ebenso optimale Bedingungen bei der Verladung, dem Transport und auf dem Schlachthof.

Die Rote Vogelmilbe (*Dermanyssus gallinae*) stellt ein weltweites Problem in der Haltung von Geflügel, vor allem im Jung- und Legehennenbereich, dar. In stark belasteten Beständen kann es zu Leistungsreduktionen durch den Blutentzug kommen, der sogar den Tod der Tiere infolge einer Anämie verursachen kann. Sie fungiert als Vektor bei der Übertragung von bakteriellen und viralen Krankheitskeimen, wobei auch das Stallpersonal betroffen sein kann. Eine rechtzeitige und möglichst auch kontinuierliche Bekämpfung dieses Ektoparasiten ist also zwingend notwendig. Die Vencomatic Group hat eine spezielle Sitzstange, den sogenannten Q-Perch entwickelt, der einen neuen innovativen Ansatz zur Milbenbekämpfung mittels elektrischer Barriere darstellt. Erste Untersuchungsergebnisse aus Praxisbetrieben in den Niederlanden scheinen erfolgversprechend zu sein.

Der zweite Beitrag befasst sich mit einem neuen Transportsystem für Broiler, dem System ATLAS (Advanced Technology Live bird Arrival System), das von der holländischen Firma Marel Poultry entwickelt wurde. Dieses System besteht aus einem neuartigen Transportmodul, dem SmartStack, das neben einem hohen Standard im Bereich des Tierschutzes auch in Bezug auf Hygiene und Kosteneffizienz überzeugt. Die Broiler bleiben bis zum Erreichen der Verarbeitungslinie stressfrei in diesem Transportmodul. Nach der Entladung erfolgen die Reinigung in einer hochleistungsfähigen Waschanlage sowie die Neustapelung im Rahmen des werksintegrierten ATLAS-Systems. Anschließend stehen sie für den nächsten Transport zur Verfügung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass beide vorgestellten Innovationen einen guten Beitrag zur Verbesserung des Wohlbefindens in der Geflügelhaltung leisten können. Bezüglich des Q-Perch muss jedoch noch geklärt werden, ob eine Zulassung in Deutschland problemlos möglich ist.

Literatur

- [1] -, -: Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (BGBl. I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juli 2014 (BGBl. I S. 1308) geändert worden ist.
- [2] -, -: Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 5. Februar 2014 (BGBl. I S. 94) geändert worden ist.
- [3] Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL: Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. Kurzfassung des Gutachtens (2015), S. 1-64.
- [4] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: Vereinbarung zur Verbesserung des Tierwohls, insbesondere zum Verzicht auf das Schnabelkürzen in der Haltung von Legehennen und Mastputen (2015).
http://www.bmel.de/DE/Tier/Tierwohl/_texte/Schnabelkuerzen.html - Zugriff am: 16.01.2017.
- [5] Mul, Monique F.: Advancing Integrated Pest Management for *Dermanyssus gallinae* in laying hen facilities, 2017. ISBN: 978-94-6343-003-6.
- [6] George, D.R., Finn, R.D., Graham, K.M., Mul, M.F., Maurer, V., Valiente Moro, C., Sparagano, O.A.E.: Of mites and men: should the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* be of wider concern for medical science? 1st COST Conference and Management Committee Meeting on Improving current understanding and research for sustainable control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (COREMI) COST Action FA1404, 28th-29th May 2015, Foggia, Italy, Proceedings S. 32-34.
- [7] Berk, Jutta: Über den eigenen Tellerrand schauen. DGS Magazin (2015) H. 40 S. 14-18.
- [8] Berk, J., Schrader, L., Ulrichs, C., Hafez, H.M., Schulz, J.: Monitoring and prevention to control poultry red mite (*Dermanyssus gallinae*) in organic layer farms. 1st COST Conference and Management Committee Meeting on Improving current understanding and research for sustainable control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (COREMI) COST Action FA1404, 28th-29th May 2015, Foggia, Italy, Proceedings S. 27-29.
- [9] van de Ven, Dick: Q-Perch, electronic control of red mite . 2nd COST Conference and Management Committee (MC) Meeting on Improving current understanding and research for sustainable control of the poultry red mite *Dermanyssus gallinae* (COREMI) COST Action FA1404, 1st-3rd June 2016, Zagreb, Croatia, Book of Abstracts S. 21.
- [10] Marel Poultry: ATLAS live bird handling systems.
<https://marel.com/atlas>

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Berk, Jutta: Technik in der Geflügelhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64185>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/294.html>

Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Luftreinhaltung

Marcus Clauß, Jochen Hahne, Thünen-Institut für Agrartechnologie, Braunschweig

Kurzfassung

Mit der Novellierung der NEC-Richtlinie müssen in Deutschland bis zum Jahr 2030 die Ammoniakemissionen um 29 % auf dann 482 Kilotonnen gesenkt werden und die Feinstaubemissionen (PM 2,5) um 43 %. Für die Ammoniakemissionen ist die Landwirtschaft Hauptemittent. Hier müssen in Zukunft verstärkt emissionsvermeidende und emissionsmindernde Verfahren eingesetzt werden. Die Abluftreinigung leistet dazu einen wichtigen Beitrag, kann aber allein aus wirtschaftlichen Gründen nicht bei kleineren Stallgebäuden flächendeckend eingesetzt werden. Daher werden alternative Verfahren mit ähnlich hoher Reduktionseffizienz benötigt. Hier sind eine angepasste Abluftreinigung mit Umluftwäschern und die Güllebehandlung besonders vielversprechend. Der Fokus sollte zudem mehr auf die Rinderhaltung gelegt werden, da sie einen Großteil der gasförmigen Emissionen (auch Methan) produziert und es bisher hier die wenigsten Emissionsdaten und vor allem kaum technische Lösungen zur Emissionsminderung gibt.

Schlüsselwörter

NEC-Richtlinie, Emissionsminderung, Abluftreinigung, Ammoniak, Feinstaub

Current developments in air pollution prevention

Marcus Clauß, Jochen Hahne, Thünen Institute of Agricultural Technology, Braunschweig

Abstract

With the amendment of the NEC Directive the ammonia emissions in Germany will have to be reduced by 29% to 482 kilotons by the year 2030, and fine particulate emissions (PM 2.5) even shall be reduced by 43%. Agriculture is the major emission source for ammonia. Here more emission-reducing and mitigating procedures have to be used in the future. The exhaust air purification makes an important contribution to this. Though, in its current form it cannot be used on large scale for smaller sheds at least because of economic reasons. Therefore, alternative methods with similarly high reduction efficiencies are required. Here, adapted exhaust air purification with recirculating air cleaners and the liquid manure treatment are particularly promising. The future focus should also be on cattle since cattle farming produces a large proportion of gaseous emissions (including methane), and so far there are very few emissions data and, above all, hardly any technical solutions for emission reduction.

Keywords

NEC guideline, emission control, air cleaning, ammonia, fine dust

Novellierung der NEC-Richtlinie zur Luftreinhaltung

Laut einer aktuellen Studie sterben derzeit weltweit 3,3 Millionen Menschen vorzeitig an den Folgen von Luftverschmutzung. Diese Zahl könnte sich bis 2050 verdoppeln, wenn die Emissionen ähnlich ansteigen wie bisher [1]. Um die negativen Effekte der Luftverschmutzung auf die menschliche Gesundheit aber auch die Umwelt weiter zu verringern, haben die Parteien der Genfer Luftreinhaltekonvention das Göteborg-Protokoll überarbeitet und dort nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe festgelegt. In diesem Rahmen haben die EU-Ratspräsidentschaft, das Europaparlament und die Europäische Kommission Ende November 2016 in Straßburg die "Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe 2001/81/EG, (engl. National Emission Ceilings Directive, (NEC)) novelliert und sich auf weitere konkrete nationale Ziele für die Luftreinhaltung verständigt. Reguliert werden in der Richtlinie die Luftschadstoffe Schwefeldioxid (SO₂), Stickstoffoxide (NO_x), flüchtige organische Verbindungen (NMVOC), Ammoniak (NH₃) und Feinstaub (PM₁₀ und erstmalig auch PM_{2,5}). Das klimaschädliche Gas Methan sollte ursprünglich ebenfalls mit aufgenommen werden, wurde aber im Laufe der Verhandlungen wieder von der Liste gestrichen. Deutschland verpflichtet sich in der Richtlinie, die hier auch als NERC-Richtlinie (von National Emission Reduction Commitments) bezeichnet wird, die Emissionen von Ammoniak bis 2030 um 29 % zu reduzieren. Als Grundlage dient dabei der Stand von 2005 [2]. EU-weit sind es 18 %, damit liegt Deutschland über dem Durchschnitt. Demnach müssen die nationalen Ammoniak-Emissionen auf 482 Kilotonnen ab dem Jahr 2030 begrenzt werden. Bezogen auf die aktuelle Ammoniak-Emission in Höhe von 740 Kilotonnen wären 258 Kilotonnen zu vermeiden. Dies entspricht dem doppelten Beitrag, der für die gesamte Ammoniakemission aus der Schweinehaltung berechnet wird. Beim Feinstaub wird nun erstmals die Partikelfraktion um 2,5 Mikrometer reguliert. Hier sollen die PM_{2,5} Emissionen bis 2030 um 43 % gesenkt werden.

Ammoniak und Feinstaub aus der Landwirtschaft

Weltweit sind nach der oben genannten Studie häusliche Kleinf Feuer die wesentlichen Luftverschmutzer. Dagegen ist in Europa, Russland, der Türkei, Japan und im Osten der USA die Landwirtschaft eine der maßgeblichen Ursachen für schlechte Luft. Global gesehen ist damit die Landwirtschaft Ursache von einem Fünftel aller Todesfälle durch Luftverschmutzung. In Deutschland liegt der Anteil sogar bei über 40 Prozent [1]. Aus der Landwirtschaft emittieren neben Methan aus der Haltung von Wiederkäuern vor allem die Luftschadstoffe Ammoniak und Feinstaub. In Deutschland kommen hier 94,4 % des Ammoniaks aus der Landwirtschaft [3]. Die Ammoniakemissionen sind hier von 2005 bis 2014 von 678.000 t auf 740.000 t angestiegen [4]. Den größten Anteil hat mit 52 % die Rinderhaltung [5]. Davon entfallen hier wiederum 31,7 % auf den Stall und 9,2 % auf die Güllelagerung [6]. Beim Feinstaub stieg der Anteil der Landwirtschaft an der Gesamtemission von 12 % im Jahr 1995 auf fast 23 % im Jahr 2014 [7], das liegt jedoch primär rechnerisch an den gesunkenen Gesamtemissionen (von 1995 bis 2014 von 316 auf 221 Kilotonnen). In absoluten Zahlen blieben die Feinstaubemissionen (PM₁₀) aus der Landwirtschaft über die Jahre relativ konstant [8].

Auf die Tierhaltung entfielen dabei 2010 21,8 Kilotonnen, 2020 werden es prognostiziert 22,9 Kilotonnen sein [8].

Möglichkeiten zur Emissionsminderung

Um die in der NERC-Richtlinie festgelegten Minderungsziele zu erreichen, müssen unmittelbar über das bisherige Maß hinaus vor allem Maßnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen umgesetzt werden. Wenn dabei die Tierzahlen in Deutschland nicht drastisch reduziert werden sollen, müssen andere Maßnahmen zur Minderung der Emissionen ergriffen werden. Hierzu gehören ein verändertes Management wie z. B. eine Stickstoff-reduzierte Fütterung, baulich-technische Maßnahmen oder Maßnahmen bei der Lagerung und Ausbringung von Gülle und Wirtschaftsdünger.

Technische Maßnahmen sind vor allem in den BVT-Schlussfolgerungen genannt [9]. Letztere sind gemäß IED-Richtlinie (Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen) in deutsches Recht umgewandelt worden und gelten bereits verbindlich für die konventionelle Schweine und Geflügelhaltung ab Bestandsgrößen von 2.000 bzw. 40.000 Tierplätzen. Viele dieser EU-weit zusammengestellten Maßnahmen werden bisher in Deutschland nicht oder nur selten angewendet. Die Gründe hierfür liegen u.a. an der nur geringen Zahl von Neubauten, der strittigen Verhältnismäßigkeit von Nachrüstungen bestehender Altanlagen, fachlichen Kontroversen bezüglich der Wirksamkeit bestimmter Verfahren, der Belastbarkeit der angewendeten Messmethodik sowie rechtlichen Fragen, insbesondere was den Einsatz von Additiven zur Emissionsminderung angeht. Daher gibt es für viele Verfahren keine zuverlässigen Daten über deren Wirksamkeit und Anwendbarkeit in Deutschland. Als vielversprechende technische Maßnahmen gelten momentan die Abluftreinigung und die Güllebehandlung (Ansäuerung und Kühlung).

Angepasste Abluftreinigung bei der Schweinehaltung und Geflügelhaltung

Die Abluftreinigung ist eine seit Jahren bewährte Technik um die Emissionen (Ammoniak, Geruch, Staub und Bioaerosole) aus der Tierhaltung sicher zu senken [10]. Sie wird vor allem bei Stallneubauten eingesetzt, bei denen der Stall bereits mit einer Abluftreinigungsanlage ausgelegt wird (**Bild 1**). Eine Herausforderung stellt momentan noch das Nachrüsten kleinerer Ställe und bestehender Bestandsanlagen dar. Hier sollen Techniken zur Abscheidung von Staub und Ammoniak entwickelt werden, die z. B. in vorhandenen Sammelkanälen integrierbar sind. In der Schweinehaltung bietet sich die Entwicklung kleiner, 2-stufig aufgebauter Umluftwäscher als stand-alone-Lösung zur Integration in einem Stallabteil an. Ein Umluftwäscher mit unabhängiger Luftumwälzung muss eine Entstaubung sowie eine Ammoniakabscheidung gewährleisten. Die Entstaubung sichert eine Aufkonzentrierung des Ammoniumsulfates zur Verbesserung der Verwertbarkeit. Die Standzeit des Systems wäre so auszulegen, dass eine Reinigung mit der Ausstallung synchronisiert werden kann (ca. 100 Tage). Dieses System könnte auch zur Verbesserung der Stallluftqualität beitragen und so einen Beitrag zum Tierschutz leisten.

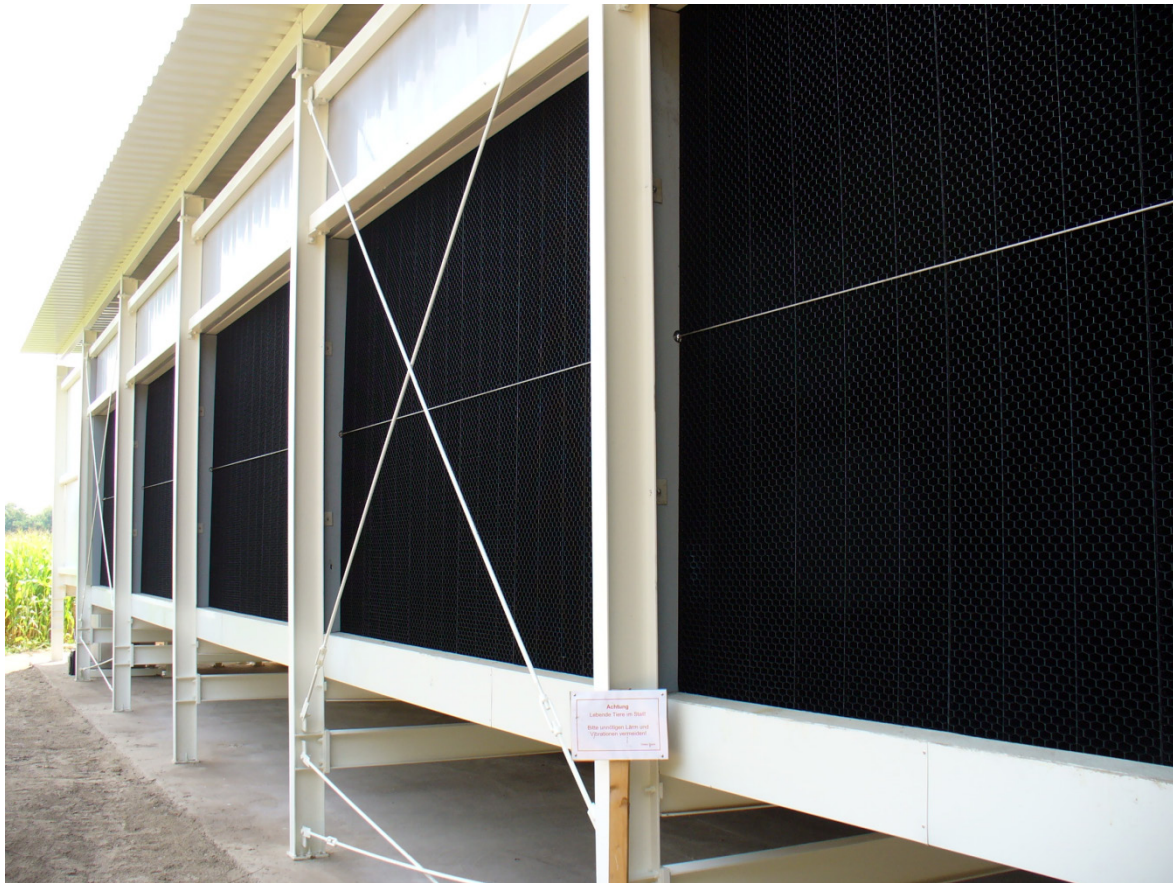


Bild 1: Reingasauslass einer konventionellen Abluftreinigungsanlage an einem Masthähnchenstall.
Figure 1: Clean gas outlet of a conventional air cleaning device at a poultry house.

Güllebehandlung

Da der Ammoniak zu einem großen Teil aus der Gülle ausgast liegt es nahe, dies durch geeignete technische Maßnahmen wie z. B. die Güllekühlung oder Gülleensäuerung zu verhindern bzw. zu vermindern. Bei der Güllekühlung wird die Temperatur der Gülle in den Güllekanälen des Stalles vermindert und damit auch die Ammoniakemission, die temperaturabhängig ist. Dazu müssen in den Güllekanälen Kühlschlangen eingebaut werden. Das Verfahren wird vor allem in Dänemark und den Niederlanden eingesetzt, in Deutschland nur vereinzelt. Die Emissionsminderung für Ammoniak wird mit 30 bis über 50 % angegeben. Die Kühlung kann nur den Anteil von Ammoniakemissionen reduzieren, der aus der lagernden Gülle stammt. Die Emissionen aus anderen emittierenden Oberflächen (Spaltenböden) werden hierdurch nicht beeinflusst. Ob mit dem Verfahren eine Ammoniakminderung von bis 50 % gewährleistet werden kann, ist daher bislang strittig. Auch wird die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens kontrovers gesehen. Zudem ist das Verfahren für eingestreute Ställe, die dem Tierwohl dienen sollen, nicht anwendbar. Bei der Gülleensäuerung wird der Gülle konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt, um den pH-Wert auf ca. 5,5 zu senken und dadurch die Ammoniakemissionen zu mindern. Bei dem Verfahren wird ein Teil der Gülle automatisch vom Stall in einen Behälter gepumpt und dort mit Säure gemischt. Die behandelte Gülle wird danach sowohl in den Güllebehälter als auch zurück in den Stall gepumpt, um auch hier die Ausga-

sung von Ammoniak zu verringern. Die Emissionsminderung aus dem Stall wird für Schweine mit bis über 70 % angegeben. Das Verfahren wird jedoch bisher in Deutschland nicht eingesetzt. Beim Einsatz dieses Verfahrens muss zunächst die Säurefestigkeit der Güllekanäle und Behälter sichergestellt werden. Die Gülleansäuerung wird in anderen Ländern auch in der Rinderhaltung eingesetzt. In Kombination mit einem Gülleschieber ließen sich Ammoniakreduktionen von fast 50 % zumindest berechnen [11]. Die Ansäuerung von Schweinegülle mit einem Gesamtstickstoffgehalt von 3 - 3,9 kg/t auf einen pH-Wert von 5,5 bis 5,7 erforderte nach dänischen Untersuchungen einen Aufwand von 5,8 - 7,1 kg Schwefelsäure (96 %) je produziertem Schwein [12]. Biologisch arbeitende Abluftwäscher benötigen für eine NH₃-Abscheidung von mindestens 70 % bei 2,7 Durchgängen in der Mastschweinhaltung 0,5 - 0,95 kg Schwefelsäure (96 %), einstufige Chemowäscher ca. 3,2 kg. Neben diesem deutlichen Mehraufwand an Säure für die Gülleansäuerung ist wiederum auch zu berücksichtigen, dass nur der Emissionsanteil aus der Gülle, nicht jedoch der von emittierenden Oberflächen (Spaltenboden) ausgehende Anteil gemindert werden kann. Die Gülleansäuerung wird wegen des vergleichsweise hohen Säureaufwandes, möglicher Freisetzung von organischen Säuren, Schwefelwasserstoff und anderen Geruchsstoffen, Risiken in Hinblick auf den Arbeits- und Tierschutz sowie Umweltrisiken in Hinblick auf eine weitere Bodenversauerung kritisch gesehen.

Sorgenkind Rinderhaltung

Die Emissionsminderung in der Rinderhaltung stellt eine besondere Herausforderung dar. Im Gegensatz zu dem überwiegend in zwangsgelüfteten Stallgebäuden gehaltenen Schweinen und Geflügeltieren sind bei den Rindern Emissionen aus frei gelüfteten Laufställen oder der Weidehaltung technisch schwer zu fassen. Aus diesem Grund sind hier kaum wirksame emissionsmindernde Maßnahmen verfügbar. Zudem führen die Vergrößerung von Laufhöfen und das Verbot der Anbindehaltung aus Gründen des Tierschutzes zu höheren Emissionen (**Bild 2**).



Bild 2: Rinder brauchen Licht und Luft. Hier stehen sich Tierschutz und Emissionsschutz gegenüber (Foto: Tatjana Winter).

Figure 2: Cattle need light and air. Here animal welfare and emission protection are in opposite to each other (Picture: Tatjana Winter).

Studien zeigen, dass durch angepasste Fütterung Ammoniak-Emissionen verringert werden können [13]. Emissionsmindernde technische Maßnahmen beschränken sich bisher auf die Ställe. Angewendet werden die automatische Entmistung und Reinigung von Laufflächen durch Roboter oder Schieber (**Bild 3**) oder der Einsatz von emissionsärmeren Spaltenböden. Vor allem letztere haben das Potential die Emissionen relevant zu senken. Entsprechende Nachweise bzw. Eignungsprüfungen (VERA- oder DLG-Test) fehlen bislang jedoch. Zum einen kann Harn besser abfließen, manche Systeme haben zusätzlich Gummilippen als Dichtungsklappen ausgeführt in den Spalten, Kot und Urin gelangt so in den Güllekanal gelangt, Emissionen aber nicht nach außen.

In Zukunft weitere Richtlinien

Aktuell wird die Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft (TA Luft) aus dem Jahr 2002 als normkonkretisierende Verwaltungsvorschrift des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG) novelliert. Die Anpassung der TA Luft ist sowohl zur Umsetzung zahlreicher insbesondere immissionsschutzrechtlicher Regelungen des EU-Rechts als auch zur Anpassung an den aktuellen Stand der Technik erforderlich. Es sollen u.a. zukünftig die Anforderungen zur Beurteilung und Begrenzung der Umwelteinwirkungen durch die von Tierhaltungsanlagen freigesetzten Emissionen an Ammoniak/Stickstoff, Geruchsstoffen, Partikeln und Bioaeroso-

len bundesweit einheitlich geregelt werden. Nach dem aktuellen Entwurfsstand ist für die Tierhaltung u.a. mit einer Verschärfung der Auflagen an die Emissionsminderung zu rechnen. So dürften beispielsweise neu zu errichtende Tierhaltungsanlagen mit Beständen von mehr als 2.000 Mastschweinen, 6.000 Ferkeln und 750 Sauen nur noch mit Abluftreinigung errichtet werden. Auch für große Geflügelhaltungen mit mehr als 40.000 Masthähnchen, Junghennen und Legehennen wird die Abluftreinigung möglicherweise zur Pflicht. Aber auch kleinere, nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz genehmigungsbedürftige Tierhaltungsanlagen werden zukünftig mehr zur Emissionsminderung, insbesondere in Hinblick auf Ammoniak, beitragen müssen. Aktuell sieht der Entwurf vor, dass mit verschiedenen Verfahren, ausgehend von einer mindestens nährstoffangepassten Fütterung eine Ammoniakminderung von mindestens 40 % sicherzustellen ist. Zur Erreichung dieses Zieles können verschiedene Maßnahmen wie Abluftreinigung, Umbau von Stallanlagen mit emissionsarmen Güllesammlersystemen, Güllekühlung oder -ansäuerung sowie andere, aber dann eignungsgeprüfte Verfahren zum Einsatz kommen. Für die Geflügelhaltung hat bislang nur die Abluftreinigung den sicheren Nachweis einer dauerhaften Ammoniakminderung erbracht. Zudem lässt sich mit dieser Technik auch effektiv Feinstaub aus der Abluft von Ställen entfernen.



Bild 3: Laufhof mit Gülleschieber als emissionssenkende Maßnahme (Foto: Stefan Linke).
Figure 3: Automated manure removal for emission reduction (Picture: Stefan Linke).

Zusammenfassung

Mit der Novellierung der NEC-Richtlinie müssen in Deutschland die Emissionen von Ammoniak und Feinstaub bis zum Jahr 2030 deutlich gesenkt werden. Für Landwirtschaft als einer der Hauptemittenten für diese Luftschadstoffe bedeutet dies eine große Herausforderung. Neben der erfolgreich eingesetzten Abluftreinigung werden weitere alternative Verfahren mit ähnlich hoher Reduktionseffizienz benötigt. Kleinere dezentrale und angepasste Abluftreinigungsanlagen mit Umluftwäschern und die Güllebehandlung sind hier besonders vielversprechend, es besteht hier jedoch noch ein deutlicher Forschungsbedarf. Vor allem ist fraglich, ob die Güllebehandlung in Deutschland flächendeckend praktisch und wirtschaftlich umgesetzt werden kann. Hier sind noch viele Fragen offen. Die Rinderhaltung stellt ebenfalls eine Herausforderung dar, auch im Hinblick auf die Methanemissionen. Ohne die Einführung neuer und eignungsgeprüfter Technologien zur Emissionsvermeidung und -verminderung ist die Tierhaltung in ihrer bisherigen Form nicht mehr entwicklungsfähig.

Literatur

- [1] Lelieveld, J, Evans, J. S., Giannadaki, D., Fnais, M., Pozzer, A. (2015): The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature* 525, 367–371.
- [2] EU (2013): Anhänge to the Proposal for a directive of the European parliament and of the council on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending directive 2003/35/EC. URL http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/com2013_920/COM_2013_920_F1_ANNEX%20DE.pdf - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [3] UBA (2016): Quellen der Luftschadstoffe. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/emissionen-von-luftschadstoffen/quellen-der-luftschadstoffe> - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [4] UBA (2016): Ammoniak-Emissionen. URL <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luftbelastung/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen> - letzter Zugriff am: 09.09.2016.
- [5] UBA (2014): Ammoniak. URL <https://www.umweltbundesamt.de/themen/luft/luftschadstoffe/ammoniak> - letzter Zugriff am: 09.09.2016 .
- [6] Rösemann, C., Haenel, H.-D., Dämmgen, U., Freibauer, A., Wulf, S.; Eurich-Menden, B., Döhler, H., Schreiner, C., Bauer, B., Osterburg, B. (2015): Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2013 : Report on methods and data (RMD) Submission 2015. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 372 Seiten, Thünen Rep 27.
- [7] UBA 2016c Quelle: Umweltbundesamt, Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen seit 1990, Emissionsentwicklung 1990 bis 2014 (Stand 03/2016).

- [8] Dämmgen, U., Haenel, H-D., Rösemann, C., Hahne, J., Eurich-Menden, B., Grimm, E., Döhler, H. (2013) Landwirtschaftliche Emissionen. Teilbericht zum F&E -Vorhaben „Strategien zur Verminderung der Feinstaubbelastung - PAREST“ UBA Texte 39.
- [9] Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (2015): Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (Integrated Pollution Prevention and Control). Institute for Prospective Technological Studies Sustainable Production and Consumption Unit, European IPPC Bureau.
- [10] N.N.: Prüfung und Bewertung der biologischen Sicherheit von anerkannten Abluftreinigungsverfahren in der Nutztierhaltung (BioAluRein), Abschlussbericht. URL http://download.ble.de/07UM003/07UM003_BioAbluftRein_AB.pdf - Zugriff am: 12.01.2015.
- [11] Mendes, L. B., Pieters, J. G., Snoek, D., Ogink, N. W., Brusselman, E., Demeyer, P. (2017): Reduction of ammonia emissions from dairy cattle cubicle houses via improved management- or design-based strategies: A modeling approach. Sci Total Environ doi: 10.1016/j.scitotenv.2016.09.079. Epub 2016 Oct 14.
- [12] VERA Verification Statement: Technology JH Forsuring NH4+, manufactured by JH Agro A/S. URL http://www.vera-verification.eu/fileadmin/download/VERA_Statements/VERA-Statement006_JH-Forsuring-NH4.pdf - Zugriff am: 06.12.2016.
- [13] Bougouin, A., Leytem, A., Dijkstra, J., Dungan, R. S., Kebreab, E. (2016): Nutritional and Environmental Effects on Ammonia Emissions from Dairy Cattle Housing: A Meta-Analysis, Journal of Environment Quality (2016). DOI: 10.2134/jeq2015.07.0389.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information**Wissenschaftliches Review / Scientific Review**

Erfolgreiches Review am 13.02.2017

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Clauß, Marcus; Hahne, Jochen: Aktuelle Entwicklungen im Bereich der Luftreinhaltung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-9

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64186>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/296.html>

Agrartechnik in Transformationsländern

Thomas Hoffmann, Reiner Brunsch
Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB)

Kurzfassung

Russland und die Europäische Union haben infolge der Kampfhandlungen in der Ukraine und der Annexion der Krim durch Russland gegenseitig Handelssanktionen bei Landwirtschaftserzeugnissen und Lebensmitteln verhängt. Russland ist bemüht, die Folgen der Sanktionen durch eine Belebung der eigenen Produktion auszugleichen. Die Ukraine kann infolge der politischen Diskrepanzen zu Russland kaum noch Produkte nach Russland verkaufen und sucht in der EU neue Handelspartner. Deutsche Hersteller können keine Lebensmittel und nur noch sehr eingeschränkt Landtechnik nach Russland verkaufen und suchen neue Absatzmärkte. Ein potentieller Absatzmarkt ist China. China muss seine Landwirtschaft modernisieren. Nach Vorgabe der chinesischen Regierung sollen jedoch die für die Modernisierung erforderlichen Maschinen und Geräte aus chinesischer Produktion stammen.

Schlüsselwörter

Russland, Ukraine, China, Handelssanktionen, Modernisierung

Agricultural Engineering in Transformation Countries

Thomas Hoffmann, Reiner Brunsch
Leibniz-Institute for Agricultural Engineering and Bioeconomy (ATB)

Abstract

As a result of the hostilities in the Ukraine and the annexation of the Crimea by Russia, Russia and the European Union impose bilateral trade sanctions on agricultural products and food. Russia tries to compensate the consequences of these sanctions by a stimulation of the domestic production. The Ukraine has hardly any possibilities to sell products to Russia due to discrepancies and therefore tries to find new trading partners in the EU. German producers have to look for new markets as selling food to Russia is prohibited and selling agricultural machinery is allowed in a very limited amount, only. China is a potential partner because it needs to modernise its agricultural production but by order of the Chinese government the required machines and equipment need to be made from Chinese production.

Keywords

Russia, Ukraine, China, trade sanctions, modernisation

Agrarpolitische Entwicklung

Zu den Transformationsländern werden Länder gezählt, die sich im Übergang von einer staatlich gelenkten Wirtschaft hin zur Marktwirtschaft befinden. Auslöser oder Voraussetzung für den Transformationsprozess ist häufig ein Wechsel im politischen System des Landes. Zu den Transformationsländern zählen die mittel- und osteuropäischen Länder (MOE) wie Polen, Tschechien, Ungarn, Bulgarien oder Kroatien. Eine zweite Gruppe bilden die Neuen Unabhängigen Staaten (NUS) auf dem Gebiet der ehemaligen Sowjetunion. Das wären z. B. Russland, Ukraine und Kasachstan. Eine dritte Gruppe setzt sich zusammen aus asiatischen Ländern wie China, Vietnam, Laos und Kambodscha [1].

In Folge der Annexion der Krim und der Kampfhandlungen in der Ostukraine haben die EU und die USA Sanktionen gegen Russland verhängen. Russland seinerseits antwortete darauf 2014 mit einem Einfuhrverbot von Landwirtschaftserzeugnissen und Lebensmitteln gegenüber EU-Ländern.

Russland war vor den Sanktionen noch neuntgrößter Lebensmittelimporteur der Welt. Die Sanktionen sieht Russland nun als Chance für die Entwicklung der eigenen Land- und Ernährungswirtschaft [2]. Das Land strebt bei Getreide, Kartoffeln, Pflanzenölen, Zucker und Fleisch 80 - 90 % Selbstversorgung an. Dieses Ziel wurde bei einigen Erzeugnissen schon erreicht und teilweise übererfüllt. Die Steigerung der Produktion wurde vor allem durch Investitionszuschüsse erreicht, die teilweise bis zu 50 % betragen [3]. Die Unterstützung betrifft insbesondere die Tierproduktion. Trotzdem wird vermutet, dass Russland im Jahr 2016/17 rund 30 Mio. t Weizen exportieren könnte [3].

In Russland bilden sich neben den etwa 1 Mio. Klein- und Kleinstbetrieben, die überwiegend Subsistenzwirtschaft betreiben, immer mehr landwirtschaftliche Großbetriebe heraus. Die durchschnittliche Größe eines landwirtschaftlichen Betriebes beträgt 1.500 ha [2]. Einzelne Unternehmen besitzen über 60.000 ha [4].

In Russland gibt es inzwischen 782 Agrarholdings. Sie bewirtschaften 17 Mio. ha Land. Das entspricht 9 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche. 319 dieser Holdings sind Privatunternehmen. 463 sind im Besitz von Kommunen oder Landesregierungen [5]. Die 50 größten Holdings (sogenannte "Hunderttausender-Liga") bewirtschaften etwa 5 % der russischen Ackerfläche [3].

Eine Analyse [5] der wirtschaftlichen Situation der Großbetriebe und Holdings zeigt, dass die Privatunternehmen weitestgehend profitabel arbeiten, die Unternehmen im Besitz der Kommunen und der Landesregierung nicht immer. Insgesamt zeigen sich nur geringe Unterschiede im Wachstumskurs zwischen den unabhängigen Farmen und den Agrarholdings. Im Gegensatz zum Erwarteten haben die Farmgröße und die Substitutionsmengen wenig Einfluss auf den Wachstumskurs. Agrarholdings sind entlang der gesamten Wertschöpfungsketten aufgestellt, sind zum Teil an der Börse notiert und ihre Führungskräfte haben enge Kontakte zu politischen Ebenen. Einige der großen Holdings werden als "systemic companies" eingestuft, d. h., die russische Regierung hat ein besonderes Interesse an den Unternehmen in Hinblick auf Versorgungssicherheit und Preisgestaltung. Bei der Analyse wurden keine

Hinweise gefunden, dass die Überlegenheit von Holdings auf deren ökonomischer Leistungsfähigkeit der landwirtschaftlichen Produktion beruht.

In der Ukraine herrschen ebenfalls Großbetriebe vor. Von 79 Agrarholdings werden 26 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche bearbeitet [5]. Die Ukraine ist als "Kornkammer Europas" bekannt. Aufgrund der Kämpfe mit Russland befinden sich das Land und die Landwirtschaft in einer schwierigen wirtschaftlichen Lage. Das Land leidet unter einer hohen Inflation. Die Banken nehmen bis zu 25 % Zinsen pro Jahr für Kredite und erschweren damit langfristige Planungen und Investitionen in Maschinen und Ausrüstung. Die Landwirte bestellen weiterhin ihre Felder, sie verzichten jedoch aus Kostengründen auf Düngemittel. Die Erträge beim Getreide liegen bei nur 3 t/ha. Aufgrund des großen Anbauumfanges wurden 2015 dennoch 57 Mio. t Getreide geerntet. Nach Abzug des Eigenbedarfs konnten etwa 32 Mio. t exportiert werden - knapp die Hälfte davon war Weizen [6]. Bei Getreide und Sonnenblumen gehört die Ukraine zu den weltweit größten Produzenten und Exporteuren. Der Agrar- und Ernährungssektor wies für 2015 ein positives Außenhandelsaldo von 11,1 Mrd. US-Dollar aus [7].

Wegen des Wegfalls etablierter Handelswege nach Russland strebt die Ukraine neue Handelsbeziehungen zu anderen Ländern oder Regionen an, u. a. auch zur EU [7]. In diesem Sinne wurde zum 01.01.2016 ein umfassendes Freihandelsabkommen zwischen der EU und der Ukraine in Kraft gesetzt.

Die Landwirtschaft Chinas steht vor großen Herausforderungen. Etwa 48 % der Beschäftigten arbeiten in der Landwirtschaft [8]. Die landwirtschaftliche Produktion ist ineffizient. Die Produktionskosten für Reis und Getreide liegen bis zu 40 % über den Weltmarktpreisen [8]. Durch Industrialisierung und Städtebau stehen immer weniger landwirtschaftliche Nutzflächen zur Verfügung. Dem gegenüber steht eine wachsende Bevölkerung mit steigenden Bedürfnissen. Die landwirtschaftlichen Hauptkulturen im Jahr 2015 waren Mais (38,12 Mio. ha), Reis (30,21 Mio. ha), Weizen (24,14 Mio. ha), Soja (8,85 Mio. ha) und Kartoffeln (8,84 Mio. ha) [8].

In China wird die Entwicklung der Landwirtschaft durch die chinesische Agrarpolitik bestimmt. Die Regierung treibt eine Flurbereinigung voran [9]. Im Ergebnis entstehen größere Flächeneinheiten und damit Einsatzmöglichkeiten für größere, leistungsfähigere Maschinen.

Nach Weizen strebt die chinesische Regierung auch bei Mais einen hohen Mechanisierungsgrad an. Die Fokussierung auf zunächst Weizen und nun Mais führt dazu, dass andere Bereiche stark benachteiligt werden. Das betrifft insbesondere Futterbaubetriebe und Milchherzeuger [9]. Bedingt durch die niedrigen Milchpreise wird erwartet, dass die Milchkuhbestände im Jahr 2017 um 0,9 Mio. auf nur noch 7,5 Mio. Tiere sinken und die Produktion etwa 2 % geringer ausfallen könnte [10]. China ist der weltweit größte Importeur für Milchprodukte [11]. Deutsche Produzenten von Milch und Milcherzeugnissen bedienen schon seit Jahren den chinesischen Markt. Mit verstärkten Exporten nach China wird versucht, den weggefallenen russischen Markt zu kompensieren. Im Durchschnitt konsumiert ein Chinese 32 kg Milch pro Jahr. Ein EU-Bürger im Vergleich dazu 285 kg. Milch und Milchprodukte werden vor allem von der Mittel- und Oberschicht nachgefragt, die in den Ballungszentren im Süden des Landes lebt.

Landmaschinenmarkt

Polen erzielte im letzten Jahr eine Rekordernte beim Getreide. Die Landwirte konnten aber aufgrund der niedrigen Preise für die landwirtschaftlichen Produkte keine hohen Einkommen generieren, so dass sich die gute Ernte nicht in erhöhten Neuanschaffungen widerspiegelte. Bei Traktoren waren 5 % weniger Neuzulassungen zu verzeichnen. Die neuzugelassenen Traktoren kamen hauptsächlich aus westeuropäischen Produktionsstätten. Die polnische Marke Ursus stellt zwar etwa jeden zweiten Traktor im Altbestand, bei den Neuzulassungen war der Hersteller nach Insolvenz und Neuaufrüstung jedoch noch nicht erfolgreich [9].

Auch in Rumänien ergaben sich vor allem bei Getreide und Ölsaaten gute Ernten. Im Gegensatz zu Polen konnten die Landwirte aufgrund hoher Preise für die Agrarprodukte auch hohe Einkünfte generieren. Infolgedessen entschieden sich die Landwirte für mehr Investitionen, so dass die Importe um 17 % auf 500 Mio. EUR anstiegen. Rumänische Landwirte betreiben ihre Betriebe zunehmend professioneller und zeigen ein gesteigertes Interesse an größeren Maschinen deutscher Hersteller. Größere, leistungsfähigere Maschinen werden nachgefragt, weil immer mehr Menschen vom Land in die Stadt abwandern und dadurch als Arbeitskraft in der Landwirtschaft fehlen. Westeuropäische Hersteller haben eine gute Position auf dem rumänischen Markt. Nachgefragt werden aber auch einfache und preiswerte Geräte und Maschinen aus der Türkei, aus Weißrussland und aus China [9].

Ungarn profitierte in den letzten Jahren ebenfalls von Fördermitteln aus dem Europäischen Fonds und konnte so seinen Landtechnikmarkt stark entwickeln. Hinzu kamen zinsgünstige Kredite auf nationaler Ebene von der Ungarischen Zentralbank [9]. Die Aussichten für die Zukunft sind allerdings weniger optimistisch, weil weitere staatliche Förderungen fehlen und momentan für landwirtschaftliche Produkte nur geringe Preise gezahlt werden.

Der russische Landtechnikmarkt wurde in den letzten Jahren zu etwa 40 % mit Produkten aus nationaler Produktion bedient und zu ca. 60 % aus Importen [9]. Die einzelnen Marktsegmente haben dabei unterschiedliche Entwicklungen genommen.

Im ersten Halbjahr 2016 ist die russische Produktion von Landmaschinen um 58 % auf etwa 613 Mio. EUR gestiegen [12]. Es wurden mehr Traktoren, Mähdrescher, Sämaschinen oder Feldspritzen produziert. Im Zuge der Sanktionen wertete der Rubel zeitweise bis zur Hälfte ab, wodurch der Kauf von Importtechnik und Ersatzteilen aus dem "Westen" nahezu unbezahlbar geworden ist [3].

Große Erwartungen stellt das Traktorenwerk in Sankt Petersburg in den neuen Kirovets K-744 R4. Für den russischen Markt wird der Knicklenker mit V8-Motor russischer Produktion angetrieben. Für Deutschland erhält der Traktor einen Sechszylinder-Reihenmotor OM 470 LA von Mercedes Benz. Die Abgasreinigung kommt ebenfalls von deutschen Herstellern. Der deutsche Generalvertreter für Kirov-Traktoren hofft, 100 Traktoren des K-744 im Jahr in Deutschland verkaufen zu können [13]. Auf der Messe Agrosolon in Moskau wurde der K-744 R mit Raupenfahrwerk und automatischem Getriebe präsentiert [14].

Bei Mähdreschern erreichten in Russland einheimische Marken 59 % Marktanteil. Gegenüber 53 % im Vorjahr konnte damit der Marktanteil ausgebaut werden [9].

Das Mähdreschwerk der Firma Rostselmash in der südrussischen Stadt Rostov bietet mit dem RSM 161 einen neuentwickelten Mähdrescher an [15]. Der Mähdrescher besitzt ein Dreschwerk namens Tetra Processor mit Beschickerwalze, Dreschtrommel, Wendetrommel, Zentrifugalabscheider und Übergabetrommel.

Ein Absatzplus von 29 % konnten weißrussische Marken realisieren, die in Russland produzieren. Gleichzeitig verringerte sich der Absatz von Mähdreschern, die ausländische Hersteller in Russland montieren lassen. Während die Importe westlicher Marken zurückgingen, konnte die weißrussische Gomselmash-Holding ihren Anteil bei den importierten Mähdreschern auf 73 % anheben [9]. Die geringe Importquote bei westlichen Marken ist hauptsächlich auf die von Russland verhängte Importquote zurückzuführen.

China ist der zweitgrößte Landmaschinenhersteller der Welt [8]. Bei allen Bemühungen, die Landwirtschaft zu modernisieren, ist der Mechanisierungsgrad immer noch gering. In der Getreideproduktion beträgt er nur 61 %. Durch die Subventionspolitik der chinesischen Regierung werden einheimische Produzenten von Landmaschinen bevorzugt und ausländischen Herstellern wird der Marktzugang erschwert.

Zusammenfassung

Die Sanktionen zwischen der Europäischen Union und Russland prägen den Handel von Landwirtschaftserzeugnissen und Lebensmitteln. Russland sieht in dem Importverbot und in den Einfuhrbeschränkungen die Chance, die eigene Produktion von landwirtschaftlichen Produkten anzukurbeln. Ein wichtiger Verbündeter Russlands ist zurzeit Weißrussland. Weißrussland konnte Technik in größerem Maßstab nach Russland verkaufen. Die Ukraine, für die Russland früher ein wichtiger Handelspartner war, orientiert sich nun mit ihren Handelsbeziehungen u. a. nach Europa. Ein wichtiger Markt für Maschinen und Lebensmittel ist China. China strebt eine Modernisierung seiner Landwirtschaft an. Durch Subventionen auf der einen und Handelshemmnissen auf der anderen Seite versuchte die chinesische Regierung, die notwendige Modernisierung mit Produkten aus der einheimischen Produktion voranzutreiben.

Literatur

- [1] -, -: Transformationsland. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). URL - <http://www.bmz.de/de/service/glossar/T/transformationsland.html> - Zugriff am: 25.01.2017.
- [2] -, -: Länderbericht Russische Föderation. Stand: Mai 2016. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 21. S, URL <https://www.agrarexportfoerderung.de/marktstudien-und-laenderberichte/#c1811> - Zugriff am: 31.01.2017.
- [3] Göbbel, T.: Der Erfolg und seine Kehrseite. DLG-Mitteilungen 2-2017, S.76-79.
- [4] Schulz, S.: Unser Betrieb ist größer als vierzehn Länder dieser Welt. profi 28 (2016) H. 12, S. 128-131.
- [5] Matyukha, A.; Voigt, P. und Wolz, A.: Agro-holdings in Russia, Ukraine and Kazakhstan: temporary phenomenon or permanent business form? Farm-level evidence from

- Moscow and Belgorod regions. Post-Communist Economies, 27 (2015) H. 3, S. 370-394. DOI: 10.1080/14631377.2015.1055976.
- [6] Baars, W.: Landwirte in der Ukraine trotz der Krise. top agrar 45 (2016) H. 3, S. 152-154.
- [7] -, -: Länderbericht Ukraine. Stand: Mai 2016. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 11. S, URL <https://www.agrarexportfoerderung.de/marktstudien-und-laenderberichte/#c1811> - Zugriff am: 31.01.2017.
- [8] -, -: Länderbericht China. Stand: Mai 2016. Hrsg.: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). 45 S., URL <https://www.agrarexportfoerderung.de/marktstudien-und-laenderberichte/#c1811> - Zugriff am: 31.01.2017.
- [9] -, -: Wirtschaftsbericht VDMA Landtechnik 2015. VDMA (Hrsg.), Frankfurt am Main, 2015, 34 S.
- [10] Wolf, M.: Die Aussichten sind positiv. DLG-Mitteilungen 2-2017, S. 90-91.
- [11] Breker, H.: Milch: Auf nach China? top agrar 15 (2016) H. 10 S. 118-119.
- [12] -, -: Russland: Landtechnik-Produktion wächst. URL - <http://www.profi.de/news/Russland-Landtechnikproduktion-waechst-4015430.html> - Zugriff am: 27.01.2017.
- [13] Bensing, T.: Kirovets K-744 R4 Premium: Stern des Ostens. profi 28 (2016) H. 11, S. 34-36.
- [14] -, -: Neues aus Russland. profi 28 (2016) H. 12, S. 132-133.
- [15] Bensing, T.: Russische Rakete für westliches Getreide. profi 27 (2015) H. 8, S. 48-50.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Hoffmann, Thomas; Brunsch, Reiner: Transformationsländer. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-6

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64187>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/301.html>

Mess- und Prüftechnik - Qualitätssicherung

Hans W. Griepentrog, Institut für Agrartechnik, Verfahrenstechnik in der Pflanzenproduktion, Universität Hohenheim, Stuttgart

Frank Volz, Servicebereich Kommunikation, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt

Kurzfassung

Der Trend zu leistungsfähigerer Sensorik und Elektronik insgesamt hält weiter an. Im Berichtsjahr wurden wichtige Mess- und Prüfverfahren im DLG-Testzentrum neu erarbeitet oder aktualisiert. Moderne Messtechnik als auch neue Prüfverfahren aus der Forschung konnten neue Möglichkeiten eröffnen, um das Prüfwesen zu verbessern und damit die Qualität der Landmaschinen anwendungsspezifisch zu erfassen und zu erhöhen.

Schlüsselwörter

Bildanalyse, Vorbau-Kamera-Monitor-Systeme, Einsatzprofile, Betriebsfestigkeit

Instrumentation and Test Engineering - Quality Assurance

Hans W. Griepentrog, Institute of Agricultural Engineering, Technology in Crop Production, University of Hohenheim, Stuttgart

Frank Volz, Communication & PR, Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Frankfurt

Abstract

Trends in more sophisticated sensors and electronics are continuing. In the year under review important instrumentation and test procedures in the DLG test center were newly elaborated or updated. Scientific research contributed new instrumentation as well as test procedures to open up new possibilities to describe and improve the quality of agricultural machinery.

Keywords

Image analysis, front-camera-monitor-systems, operation profiles, fatigue life

Messtechnik

Die Messtechnik inklusive der Sensorik ist fundamental für das Prüfwesen und die Prüftechnik und ist in ihrer Entwicklung weiterhin sehr dynamisch. Insbesondere im Bereich von innovativen Kamerasystemen als auch laserbasierten Sensoren gibt es viele Neuheiten, die vielversprechende Lösungen im landwirtschaftlichen Kontext beschreiben [1, 2]. Die Miniaturisierung und drahtlose Vernetzung von Komponenten macht es heute einfacher Daten über relevante Parameter von Maschinen und Prozessen zu erfassen und daraus anschließend Informationen zur Bewertung von Funktionen, Arbeitsqualitäten und Kosten zu generieren. Dabei werden heute zunehmend beispielsweise Cloudsysteme genutzt, wenn die Speicherkapazität und Leistungsfähigkeit von mobilen Endgeräten nicht ausreichen [3].

Am österreichischen Josephinum in Wieselburg wurde ein webbasiertes Messverfahren zur Bestimmung des Bodenbedeckungsgrades entwickelt [4]. Der Bodenbedeckungsgrad mit lebendem Pflanzenmaterial und toter organischer Masse ist ein bedeutender Parameter für die nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens. Über die Quantifizierung dieser Kennzahl kann der Schutz vor Erosion als auch allgemein die Arbeitsqualität von Bodenbearbeitungsgeräten beschrieben werden. Derzeitige Standardmethoden sind entweder zeitaufwendig, wie beispielsweise das manuelle Auswerten, oder basieren auf einer qualitativen Schätzung geschulter Personen. Erste Bildanalysemethoden mit automatischer Segmentierung und Klassifizierung in Boden, Ernterückstände und lebendes Pflanzenmaterial erfordern bisher das manuelle Eingeben diverser Merkmalschwellwerte.

Die neue Bildanalysemethode basiert auf automatisch gelernten Schwellwerten mittels einer speziellen Technik namens „entangled forest“ [4]. Durch diese Technik werden eine höhere Robustheit und eine bessere Generalisierung erreicht. Die Evaluierung der Methode an Bildern unterschiedlicher Lichtbedingungen, bei einer Bodenbedeckung zwischen 0 % und 100 % mit lebender organischer Masse, Stroh bzw. sonstigen Ernterückständen zeigte Abweichungen mit einer Standardabweichung von zirka 6 % und ist somit vergleichbar mit manuellen Auswertungen. Für die einfache Nutzung auf dem Feld mittels eines Mobiltelefons wurde der Algorithmus in einen webbasierten Service sowie in einer Android-Applikation implementiert.

Erfassung dynamischer Maschinenzustände

Für die Erfassung der dynamischen Betriebszustände von Maschinenkomponenten reichen die Genauigkeiten von Satellitenortungssystemen (RTK-GNSS) mit den zugehörigen absoluten 3D-Koordinaten nicht aus. Als Referenz werden aus der Geodäsie stammende zielverfolgende Ortungssysteme (Tachymeter) verwendet, die eine höhere dynamische Genauigkeit und Geschwindigkeit als RTK-GNSS-Systeme aufweisen [5]. Diese messtechnischen Systeme haben sich bei der Prüfung von automatischen Traktorlenksystemen bewährt. Es konnten in einem weiteren Projekt die Vertikalbewegungen von Direktsämaschinen während des Einsatzes erfasst werden. Die Analyse der Bewegungsprofile sollte Hinweise liefern, wie die Gleichmäßigkeit der Kornablage im Boden bei der Direktsaat mit hohen Fahrgeschwindigkeiten verbessert werden kann [5].

Unebenheiten von Fahrbahn- und Feldoberflächen

Zielverfolgende Ortungssysteme wurden auch genutzt, um Unebenheiten von Fahrbahn- und Feldoberflächen zu vermessen, um damit beispielsweise deren Einfluss auf die Schwingbeanspruchung von Fahrzeugkomponenten im Rahmen von Betriebsfestigkeitsuntersuchungen zu ermitteln [6]. Damit stehen aktuelle Daten zur Statusbeschreibung von Straßen, Feldwegen und Feldoberflächen zur Verfügung, die von landwirtschaftlichen Fahrzeugen genutzt werden.

Prüftechnik

Im Berichtsjahr 2016 hat das DLG-Testzentrum Technik & Betriebsmittel nahezu 100 Prüfzeichen für technische Prüfungen vergeben. Die DLG-Maßstäbe und Qualitätsvorgaben orientieren sich dabei immer an den Anforderungen der Praxis und entsprechen darüber hinaus neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen.

Viele Prüfungen sind aber forschungs- und entwicklungsbegleitende Prüfungen mit entsprechendem Prüfbericht an den Hersteller, somit lag die Gesamtzahl technischer Prüfungen um ein vielfaches höher als nach außen durch die Prüfzeichen und veröffentlichten Berichte erkennbar war.

Vorbau-Kamera-Monitor-Systeme

Beim Einbiegen eines Traktors mit angebaute Frontgerät auf eine viel befahrene Straße versperren Hindernisse häufig die Sicht des Fahrers zur Seite. Die Situation verschärft sich, je länger das Vorbaumaß, das heißt der Abstand zwischen Lenkradmitte und Fahrzeugvorderkante, wird. Hier sind nach Straßenverkehrs-Zulassungsordnung (StVZO) zurzeit maximal 3,5 m zulässig. Das ist ein Wert, der im Einzelfall bereits mit nur dem Traktor und bei eingeklapptem Frontkraftheber erreicht wird. Bereits aus früheren Zeiten stammt eine Regelung in der StVZO, dass der Fahrer bei zu großen Vorbaumaßen von einem Einweiser unterstützt werden muss. Das ist heute wenig zeitgemäß, denn ein geforderter Einweiser ist häufig nicht verfügbar oder wenn, dann durch die Situation selber stark gefährdet.



Bild 1: Beispiel einer Kamerainstallation eines Vorbau-Kamera-Monitor-Systems (VKMS) an einem Frontgerät (Foto DLG, Frankfurt a.M.)

Figure 1: Example of an implemented front-camera-monitor-system (FCMS) for a front device (Foto DLG, Frankfurt a.M.)

Dies gilt für landwirtschaftliche Anbaugeräte wie Frontmäherwerke gleichermaßen wie im Kommunalbereich für z.B. Schneepflüge oder Böschungsmulcher. Aus diesem Grund werden insbesondere seit Längerem entsprechende Fahrer-Assistenzsysteme entwickelt und auch gefordert, die einen Einweiser ersetzen können. Hauptkomponente dabei sind Vorbau-Kamera-Monitor-Systeme (VKMS), deren Kameras am Frontanbaugerät fest verbaut sind und die beim Anbauen nur eine elektrische Verbindung zum Monitor in der Kabine benötigen.

Im Straßenverkehr sind jedoch nur geprüfte Systeme zulässig. Die 2016 einzige Prüfung in diesem Bereich, hat das Testzentrum Technik und Betriebsmittel der DLG in Groß-Umstadt entwickelt [7]. Mit geringfügigen Ergänzungen wurde der DLG-Prüfrahmen Anfang 2017 durch Veröffentlichung im Bundesverkehrsblatt bundeseinheitlich gültig.

Kamera und Monitor müssen getrennten einsatzrelevanten Klima- und Umweltprüfungen standhalten und insgesamt der rauen Umgebung in der Landwirtschaft und im Kommunaldienst widerstehen.



Bild 2: Der Triangle-Discrimination-Test der DLG für Vorbau-Kamera-Monitor-Systeme (VKMS) (Foto DLG, Frankfurt a.M.)

Figure 2: The triangle discrimination test of the DLG for a front-camera-monitor-system (FCMS) (Foto DLG, Frankfurt a.M.)

Technisch müssen VKMS auch entfernte Objekte noch in ausreichender Auflösung darstellen können, was im Triangle-Discrimination-Test (Bild 2) geprüft wird. Hinzu kommt, dass zwischen einem von der Kamera erfassten, realen Geschehen und dessen Darstellung auf dem Monitor eine Signalverzögerung von nicht mehr als 200 Millisekunden auftreten darf. Die DLG-Prüfkriterien sehen vor, dass für jeden Anbautyp eine eigene Prüfung insbesondere in den praxisrelevanten Kriterien Sichtfeld, Schlagtest und Montage durchgeführt werden muss. Die Stabilitätsprüfung des Kameraanbaus und des mechanischen Schutzes werden mithilfe eines Schlagpendeltests ähnlich wie bei Kraftfahrzeugspiegeln durchgeführt.

Inzwischen wurden drei Vorbau-Kamera-Monitor-Systeme von der DLG geprüft, als für den Einsatz geeignet bewertet und demzufolge mit einem Prüfzeichen „DLG ANERKANNT Gesamt-Prüfung“ ausgezeichnet [8].

Additiv Trak mit Aktiv-Wirkstoff BL-U 100

Kaum eine Diskussion ist so gespalten wie die über Zusätze für Kraftstoffe und Öle. Fakt ist, dass Einspritzdüsen je nach Nutzung des Traktors und Qualität des verwendeten Diesels verkoken oder versotten können. Die Folge sind eine schlechtere Vernebelung und somit eine schlechtere Verbrennung. Es verschlechtern sich die Abgaswerte und die Motorleistung

lässt nach. Zur Beseitigung von Verkokungen und um eine Neubildung solcher Ablagerungen dauerhaft zu verhindern, bieten verschiedene Anbieter spezielle Zusätze für Dieseldiebstoffe an. Mit der ERC Emissions-Reduzierungs-Concepte GmbH aus Buchholz hat sich erstmals einer dieser Anbieter mit dem Additiv Trak mit Aktiv-Wirkstoff BL-U 100 einer Prüfung durch die DLG gestellt [9]. Ziel war der neutrale und unabhängige Nachweis, dass das Additiv verkokte Injektoren reinigen kann und im Weiteren neue Verkokungen verhindert.

Das Additiv wurde in einem standardisierten Test nach der CEC-Testprozedur CEC F-98-08, 7 geprüft, die mit dieser Prüfung erstmals am DLG-Testzentrum etabliert wurde. In dieser Prüfung wird der Dieselmotor zunächst mit einem mit Zink belasteten Diesel gezielt verschmutzt (dirty up), was zu einem Leistungsverlust des Motors von 7,01 % von 96,9 kW auf 90,1 kW geführt hat (Bild 3). Anschließend wurde dem belasteten Diesel das Additiv in der Menge von 1 g/kg Diesel zugesetzt. Zur Prüfung, ob das Additiv einen guten Zustand der Injektoren erhalten und somit Leistungsverlusten des Motors durch Verkokung vorbeugen kann (keep clean), wurde ebenfalls belastetes Diesel verwendet, das mit einer Additivmenge von 1 g/kg Diesel versetzt wurde. Auch hier wurde nach der vorgeschriebenen Laufzeit überprüft, ob ein Leistungsverlust des Motors eingetreten war.

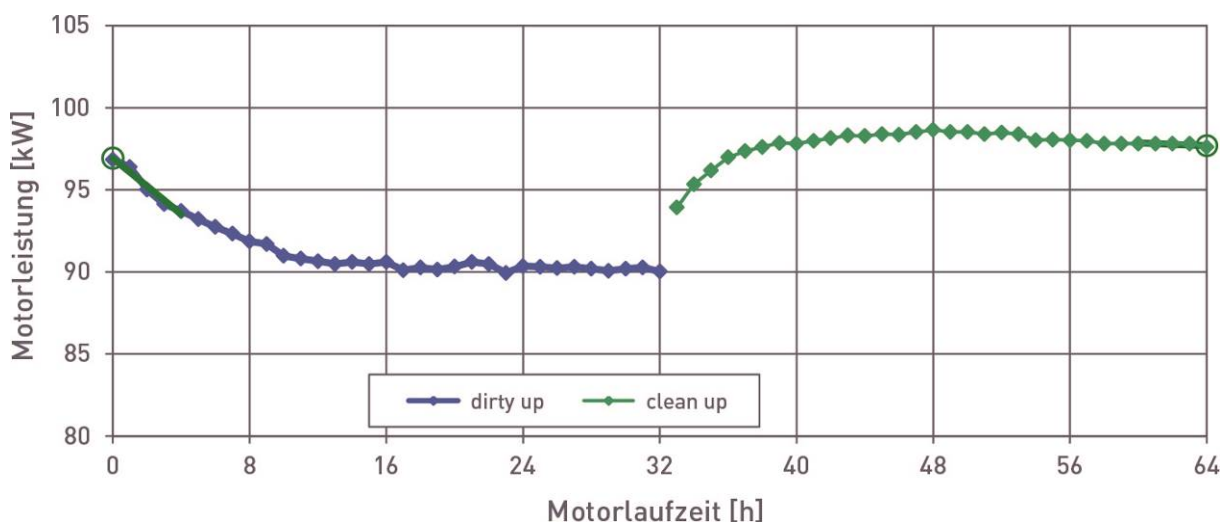


Bild 3: Zeitlicher Prüfungsverlauf mit gezielter Verschmutzung (dirty up) und nach Zugabe eines Additivs (clean up) [9]

Figure 3: Timeline of a test for an intentional pollution (dirty up) and with add-on of an additive (clean up) [9]

Nach der vorgeschriebenen Motorlaufzeit des verkokten Motors von 32 h (clean up) konnte die Ausgangsleistung von 97,7 kW wieder erreicht bzw. mit 0,79 % bezogen auf die Ausgangsleistung sogar minimal überschritten werden. Auch die eingespritzte Dieselmenge pro Kolbenhub und Zündvorgang erreichte mit 47,87 mg nahezu wieder den Ausgangswert von 48,46 mg, nachdem sie im verkokten Motor auf 44,6 mg gefallen war.

Im Rahmen der DLG-Eingangsprüfung für Traktoren an der Zapfwellenleistungsbremse zeigt die Erfahrung, dass eine Reduktion des Kraftstoffverbrauchs um ca. 10 % speziell bei den Stickoxiden eine Steigerung der Abgasemissionen, um – je nach Betriebspunkt – bis zu 80

bis 200 % nach sich zieht. Die Ergebnisse konnten also belegen, dass das Additiv die leistungsmindernde und folglich emissionssteigernde Verkokung wirksam beseitigen kann.

Wissenschaftliche Forschung

Einsatzprofile von Maschinen

Ohne die genaue Kenntnis des Einsatzes von Maschinen kann beispielsweise eine Prüfung der Betriebsfestigkeit von Maschinenteilen nicht sinnvoll erfolgen. Aufgrund der hohen Komplexität und Variabilität ist es aufwändig allein die zeitlichen Einsatzbedingungen landwirtschaftlicher Maschinenkombinationen systematisch zu erfassen. Darüber hinaus können Einsatzprofile die Vergleichbarkeit von Maschineneinsätzen verbessern, erlauben eine Einordnung hinsichtlich Zeit- oder Energiebedarf für einen betrachteten Zeitraum und geben Hinweise auf zeitliche Beanspruchungen von Maschinenkomponenten.

Es wurde ein System zur Arbeitszeitanalyse entwickelt, das Maschinenparameter vom ISOBUS des Traktors mit Infrastrukturdaten, wie beispielsweise Feldgrenzen, verknüpft [10, 11]. Durch die weitest gehende Automatisierung der Datenanalyse können größere Datenmengen in kurzen Zeiträumen analysiert werden.

Es wurde dabei der Einfluss der Flächenstruktur auf Maschineneinsätze anhand von Einsatzprofilen am Beispiel des Schwadens untersucht. Auf drei ausgewählten Betrieben in West-, Ost- und Süddeutschland wurde je eine Maschinenkombination, bestehend aus Traktor und Großflächenschwader, über mehrere Wochen mit einem ISOBUS-Datenlogger und einer GNSS-Antenne ausgestattet. Insgesamt wurden in 150 Maschinenstunden 840 ha Fläche verteilt auf über 200 Schläge geschwader. Anhand der erfassten Maschinen- sowie Positionsdaten wurde anschließend jeder Einsatz einer Arbeitszeitanalyse unterzogen. Anschließend wurde untersucht, inwiefern die ermittelten Einsatzprofile von der regional unterschiedlichen Agrarstruktur beeinflusst werden.

Bild 4 zeigt das Ergebnis der Analyse für drei unterschiedliche Regionen Deutschlands. Für die Beschreibung von Lastzuständen ist beispielsweise relevant, dass die Wegezeiten sich um den Faktor 3 unterscheiden im Vergleich von ost- zu süddeutschen Strukturen.

Die automatisierte Datenauswertung erlaubt sogar eine Zuordnung von Motorparametern von Traktoren zu den Teilzeiten sofern diese auf dem ISOBUS verfügbar sind. Sogar Motorbetriebspunkte nach Motordrehmoment und -drehzahl können für ausgewählte Teilzeiten dargestellt werden. Es wird dadurch deutlich, dass in den verschiedenen Teilzeiten unterschiedliche Anforderungen an die Maschine gestellt werden [11].

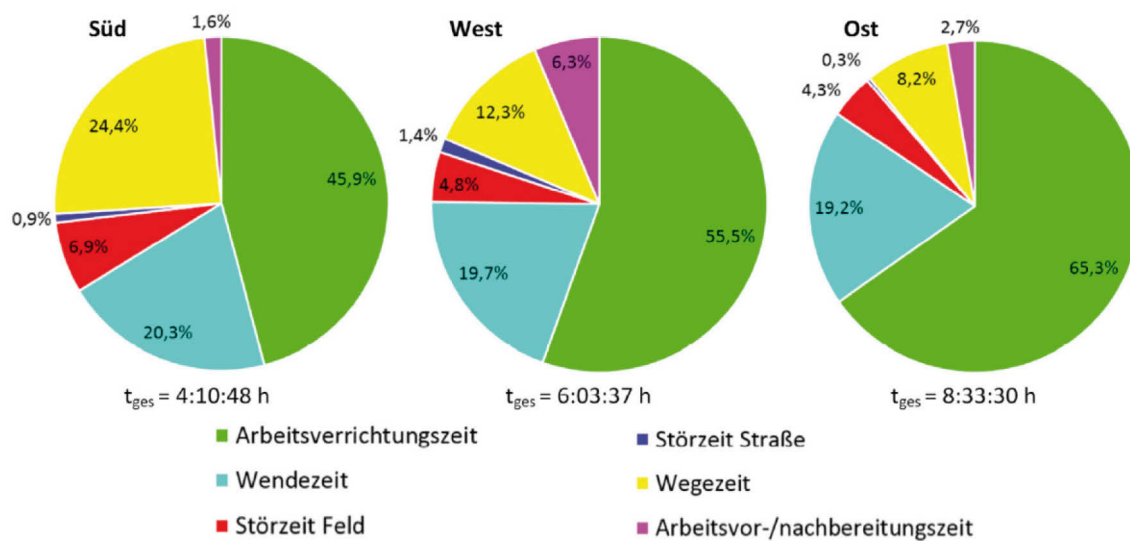


Bild 4: Einfluss unterschiedlicher Regionen und dessen Betriebsstrukturen auf das Einsatzprofil eines Schwaders [11]

Figure 4: The influence of different regions and their farm structures on operation profiles of a swather [11]

Prüfung Betriebsfestigkeit

Um Landmaschinen realitätsnah hinsichtlich ihrer Betriebsfestigkeit zu testen sind genaue Kenntnisse nicht nur der Einsatzprofile, sondern auch der konkreten Bauteilbelastungen und der Fahrbahn- und Feldoberflächenrauigkeiten von Nöten. Für die unterschiedlichen Zeitan-teile der aus den Einsatzprofilen wird gezeigt, wie groß der jeweilige Beitrag zu den Scha-denssummen ist [12]. So wurde bestätigt, dass Transportfahrten zu den Einsatzfeldern wesentlichen Anteil haben von Schadenssummen an Lagerpunkten der Aufhängungen von Klappmechanismen insbesondere an Maschinen mit großen Arbeitsbreiten. Auch für die Ar-beit im Feld konnte je nach Maschinenstatus die Beanspruchung differenziert nachgewiesen werden. Über die durchgeführten Untersuchungen kann für unterschiedliche Einsatzprofile eine Empfehlung für ein Testszenario entworfen werden [12].

Zusammenfassung

Der Trend zu leistungsfähigerer Sensorik und Elektronik insgesamt hält weiter an. Im Be-richtsjahr wurden wichtige Mess- und Prüfverfahren im DLG-Testzentrum neu erarbeitet oder aktualisiert. Moderne Messtechnik als auch neue Prüfverfahren aus der Forschung konnten neue Möglichkeiten eröffnen, um das Prüfwesen zu verbessern und damit die Qualität der Landmaschinen anwendungsspezifisch zu erfassen und zu erhöhen.

Literatur

- [1] Vazquez Arellano M., Griepentrog H.W., Reiser D., Paraforos D.S. (2016): 3-D Imaging Systems for Agricultural Applications — A Review. *Sensors* 16 (5) 618
- [2] Reiser D., Vázquez Arellano M., Garrido Izaola M., Griepentrog H.W., Paraforos D.S. (2016): Using Assembled 2D LiDAR Data for Single Plant Detection. In: 5th International Conference on Machine Control and Guidance (MCG), 5.10.2016, Vichy, France
- [3] Paraforos D.S., Vassiliadis V., Kortenbruck D., Stamkopoulos K., Ziogas V., Sapounas A.A., Griepentrog H.W. (2016): A Farm Management Information System Using Future Internet Technologies. *IFAC-PapersOnLine* 49(16) 324-329
- [4] Prankl J., Riegler-Nurscher P., Bauer T. (2016): Bildanalyse zur Ermittlung des Bodenbedeckungsgrades mit lebender und toter organischer Masse. In: *LAND.technik* 2016, 22./23.11.2016, Köln, VDI-Berichte Nr. 2273, 309-316
- [5] Sharipov G., Paraforos D.S., Griepentrog H.W. (2016): Modeling and optimization of a no-till direct seeding machine. In: 36. GIL-Jahrestagung - Intelligente Systeme - Stand der Technik und neue Möglichkeiten, 22.2.2016, Osnabrück, Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn, 193-196
- [6] Paraforos D.S., Griepentrog H.W. (2014): Surface Profiles Acquisition for Assessing Fatigues Life of Agricultural Machinery in Test Facilities. In: 18th International ISTVS Conference, 22.9.2014, Seoul, Korea
- [7] Goldmann J. (2016): Kamera-Monitor-Systeme für Frontanbaugeräte - Einfach. Sicher. DLG-geprüft. *DLG Test Landwirtschaft* (März 2016) 13-15
- [8] DLG-Prüfbericht 6300, Fa. AGCO Fendt, <http://www.dlg-test.de/tests/6300.pdf>
DLG-Prüfbericht 6301, Fa. Krone GmbH, <http://www.dlg-test.de/tests/6301.pdf>
DLG-Prüfbericht 6323, Fa. Dücker GmbH, <http://www.dlg-test.de/tests/6323.pdf>
- [9] DLG-Prüfbericht 6291, Fa. ERC Additiv GmbH,
<http://www.dlg-test.de/additive/6291-DE.pdf>
- [10] Kortenbruck D., Griepentrog H.W. (2016): Automatisierte, teilzeitspezifische Analyse von Maschinendaten am Beispiel der Bodenbearbeitung. In: 36. GIL-Jahrestagung - Intelligente Systeme - Stand der Technik und neue Möglichkeiten, 22.2.2016, Osnabrück, Gesellschaft für Informatik (GI), Bonn, 93-96
- [11] Kortenbruck D., Geiger J., Paraforos D.S., Griepentrog H.W., Holzhauer A. (2016): Einfluss der Flächenstruktur auf Einsatzprofile von Landmaschinen am Beispiel des Schwadens. In: *LAND.technik AgEng 2016 - Das Forum für agrartechnische Innovationen*, 22./23.11.2016, Köln, VDI-Berichte Nr. 2273, 463-468
- [12] Paraforos D.S. (2016): Fatigue life assessment and accelerated durability testing of agricultural machinery using load measurements and surface profile mapping. Forschungsbericht Agrartechnik des Fachausschusses Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), Nr. 563, Dissertation, Hohenheim

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Griepentrog, Hans W.; Volz, Frank: Mess- und Prüftechnik - Qualitätssicherung. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-10

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64188>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/306.html>

Die Entwicklung des Elektronikeinsatzes in der Milchproduktion der DDR von 1970 bis 1990

Otto Kaufmann

Ehem. Leiter des Fachgebietes für Tierhaltungssysteme und Verfahrenstechnik, Humboldt-Universität zu Berlin

Kurzfassung

Die "Industrialisierung der Landwirtschaft" war eine herausgehobene Zielstellung der Parteiführung der SED und damit der Regierung der DDR. In dem Zusammenhang sind u.a. große Anlagen für die Tierproduktion errichtet worden. Darunter auch sogenannte industrielle Milchviehanlagen mit etwa 600 -, 1200 - und 2000 Kuhplätzen. Diese großen Herden stellten eine Herausforderung an das Management dar (Dokumentation, leistungsgerechte Zuteilung des Futters, manuelle Steuerung des Melkablaufes). Zur Lösung der Probleme sind Forschungs- und Entwicklungszentren gebildet worden, die zwischen 1968 und 1990 u.a. elektronische Steuerungs- und Sensorsystem für die Milchviehhaltung entwickelt haben.

Schlüsselwörter

Industriemäßige Milchviehanlage, DDR, Prozesssteuerung, Elektronik, Sensortechnik

The Development of the Use of Electronic Items in the Dairy Industry of the Former GDR from 1970 until 1990

Otto Kaufmann

Former Head of Div. of Animal Husbandry Systems and Technology, Humboldt-University Berlin

Abstract

The "industrialisation of the agriculture" was an outstanding aim of the Socialist Unity Party of Germany and with it also an aim of the government of the former GDR. In this connection has been established big operations for animal production. Among to be called "industrial dairy operations" with about 600 -, 1200 - and 2000 animal places. These big herds showed a challenge to the management (documentation, demand driven feed supply, manual control of milking). To solve the problems research and developing centres have been developed. They have done research and transfer activities regarding electronic devises for dairy operations between 1970 and 1990.

Keywords

Industrial dairy operation, GDR, process control, electronic, sensor technology

Nachdem 1961 die Zwangskollektivierung der Landwirtschaft in der ehemaligen DDR abgeschlossen war zeigte sich in den folgenden Jahren, dass die erwarteten Produktionssteigerungen und damit ein verbessertes Angebot an Lebensmitteln nicht erreicht wurden. Deshalb entwickelte die SED ein Programm zur Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion, das durch die staatlichen Institutionen im zentralistischen System umgesetzt werden musste. Die Intensivierung der Produktion mit dem Ziel, das Angebot an Nahrungsmitteln und Rohstoffen für die industrielle Nutzung zu erhöhen, sollte u.a. durch die Entwicklung spezialisierter Pflanzen- und Tierproduktionsbetriebe sowie durch die Errichtung großer Anlagen für die Nutztierhaltung erreicht werden. In dem Zusammenhang sind zwischen 1970 und Mitte der 80ziger Jahre auch sogenannte industrielle Milchviehanlagen mit etwa 600 -, 1200 - und 2000 Kuhplätzen gebaut und in Betrieb genommen worden.

Die Bewirtschaftung dieser großen Herden in Gruppenlaufställen war eine große Herausforderung für das Management. So war die Variation in der Milchleistung bei der damals genutzten Rasse Schwarzbuntes Milchrind relativ groß, außerdem reagierten die Kühe dieser Zweinutzungsrasse individuell unterschiedlich hinsichtlich der Verwendung der angebotenen Futterenergie. Das erschwerte eine leistungsbezogene Fütterung erheblich. **Bild 1** veranschaulicht die Variation der Milchleistung von Kühen im ersten Laktationsdrittel in einer Milchviehanlage mit etwa 2000 Tierplätzen.

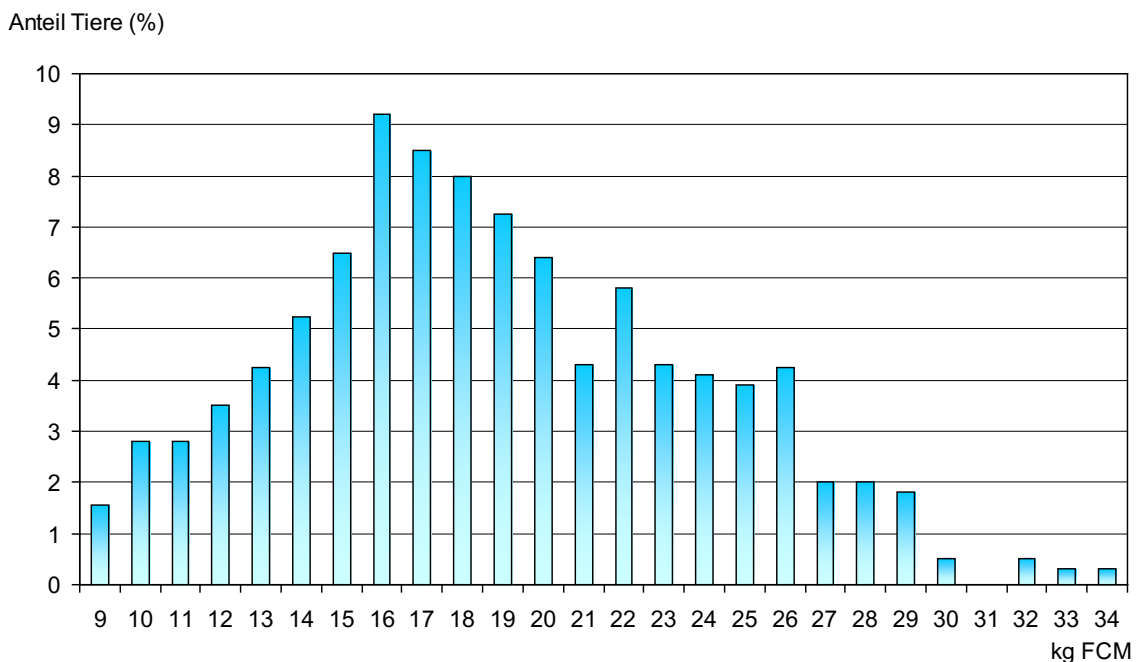


Bild 1: Variation der Milchleistung von Kühen im ersten Laktationsdrittel (n=585) bei einer durchschnittlichen Tagesleistung von 19,2 kg FCM/ Kuh [3]

Figure 1: Variation of milk yield of dairy cows in the first third of lactation (n=585) with an average daily milk yield of 19, 2 kg FCM

Diese Leistungsunterschiede sowie eine erhebliche Varianz in den Melkeigenschaften erforderten einen hohen personellen Einsatz bei der Milchgewinnung im Melkstand. Die Tiere

wurden manuell stimuliert, und das Nachmelken sowie die Abnahme des Melkzeuges erfolgten manuell. Die Daten über Leistung, Reproduktion und Gesundheit eines jeden einzelnen Tieres wurden durch Mitarbeiter erfasst, schriftlich dokumentiert und ausgewertet.

Angeichts der Diskrepanz zwischen den Herdengrößen und den modernen Haltungsverfahren einerseits und den limitierenden Faktoren für eine bessere Nutzung der vorhandenen Potenziale andererseits wurden Forschungs- und Entwicklungszentren etabliert, die Beiträge zur Überwindung der Probleme leisten sollten. Für die leistungsbezogene Futterversorgung und Fütterungstechnik sowie das Herdenmanagement wurde ein Zentrum gebildet, in dem das Institut für Rinderproduktion Iden-Rohrbeck, das Institut für Agrartechnik Bornim/Schlieben (beide Einrichtungen gehörten zur ehemaligen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften der DDR), das Kombinat Fortschritt Landmaschinen sowie das Elektronik-Unternehmen VEB Robotron zusammenarbeiteten. Für die Weiterentwicklung der Melktechnik waren die Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Universität Leipzig sowie das Kombinat Impulsa zuständig. Im Folgenden soll anhand von 3 Beispielen die Entwicklung von elektronischen Systemen und ihr Einsatz in der Milchviehhaltung der DDR dargestellt werden.

In den großen Milchviehanlagen erfolgte die Futterverteilung über Futterbänder. Die einzelnen Rationskomponenten wurden aus den entsprechenden Lägern zusammengeführt und über ein zentrales Futterband zu den einzelnen Krippenbändern transportiert, von denen es auf dem Futtertisch verteilt wurde (**Bild 2**).

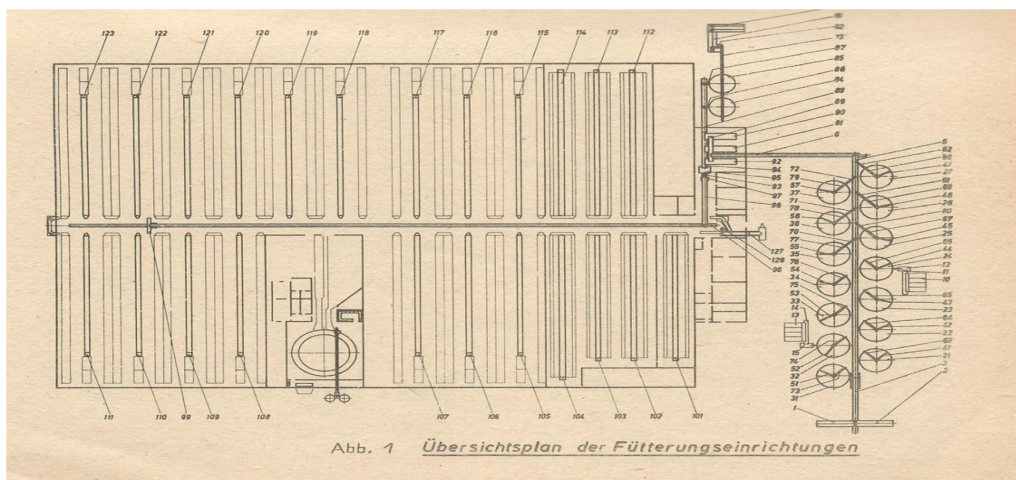


Bild 2: Übersichtsplan der Fütterungseinrichtungen einer Milchviehanlage[1]

Figure 2: Layout of the feeding equipment of a dairy operation

Für die Ermittlung der Futtermengen wurde eine elektromechanische Förderbandwaage entwickelt, die in das zentrale Futterband integriert wurde (**Bild 3**).

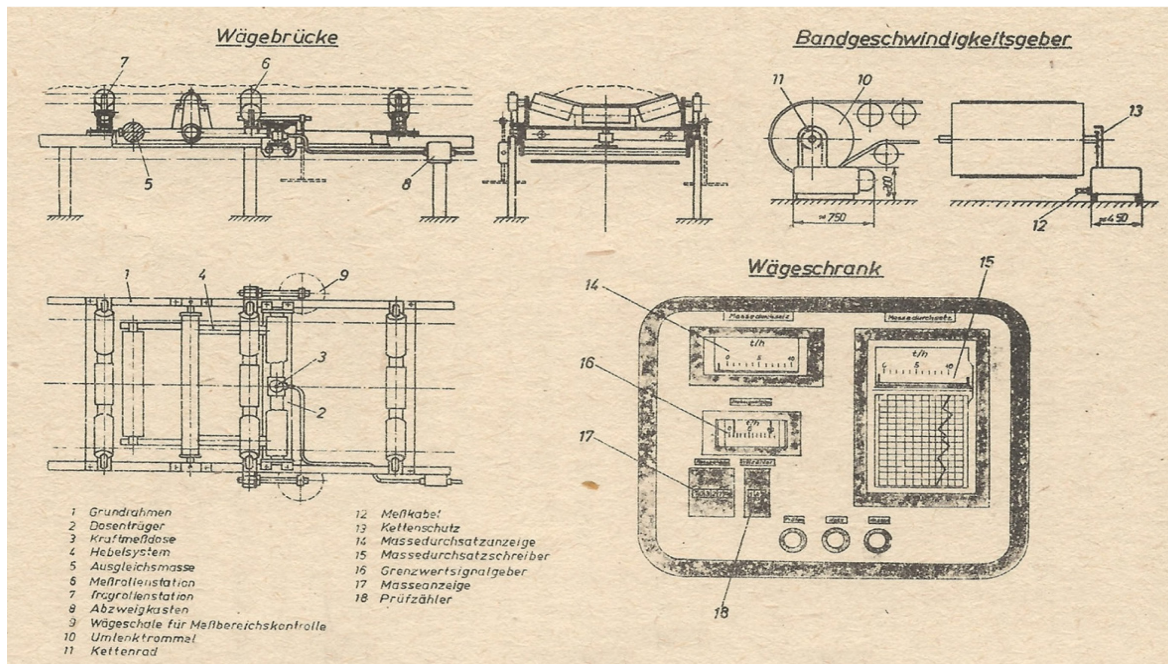


Bild 3: Elektromechanische Förderbandwaage [1]

Figure 3: Electromechanical conveyor scale [1]

Das Messprinzip der Förderbandwaage lässt sich wie folgt skizzieren:

Futtermischung → Brückenlast über Hebelsystem, Kraftsignal → Druckmessdose → Multiplikation über Tachogenerator → elektrisch analoger Messwert für den Durchsatz → Spannungsfrequenz - Wandlung → Impulszählwerk → Integrierter Messwert

Mit dieser Waage konnte die Futterzuteilung für die einzelnen Fütterungsgruppen bedarfsgerechter realisiert werden.

Für die Milchgewinnung wurde das Melksystem "Physiomatic" entwickelt, das zu erheblichen arbeitswirtschaftlichen Verbesserungen führte und die physiologischen Ansprüche der Kühe an den Melkvorgang stärker berücksichtigte. Das System übernahm die Stimulation der Kuh vor dem Milchentzug und das Nachmelken am Ende des Melkvorganges. Das Anrücken erfolgte für eine einzustellende Zeit (z.B. 60 sek.). Die stimulierende Wirkung wurde dadurch erzielt, dass in der Entlastungsphase im Melkbecherzwischenraum ein Überdruck von 50 kPa aufgebaut wurde, der den Stimulationsreiz auf der Sitzenspitze platzierte. Der Milchstrom wurde über eine Lichtschranke überwacht. Bei versiegendem Milchfluss ist ein entsprechendes Signal ausgelöst worden als Hinweis für den Melker, das maschinelle Nachmelken einzuschalten (**Bild 4**). In einem nächsten Entwicklungsschritt ist das Nachmelken automatisiert worden: Wenn durch die Lichtschranke das Unterschreiten einer vorgegebenen Milchmenge pro Zeiteinheit festgestellt wurde setzte das mechanische Nachmelken ein. Dabei wurde durch Unterdruck in einem Arbeitszylinder ein Kolben in Bewegung gesetzt, der über ein Zugseil eine rhythmische Kraftübertragung auf das Melkzeug ausgeübt hat, das dadurch nach unten gezogen wurde, um den Übergang zwischen Euterzisterne und Strichkanal zu öffnen und die Residualmilch abfließen zu lassen. Im internationalen Vergleich ge-

hörte das Physiomatik - System zur damaligen Zeit zu besten Anlagen für die Milchgewinnung (**Bild 5**).

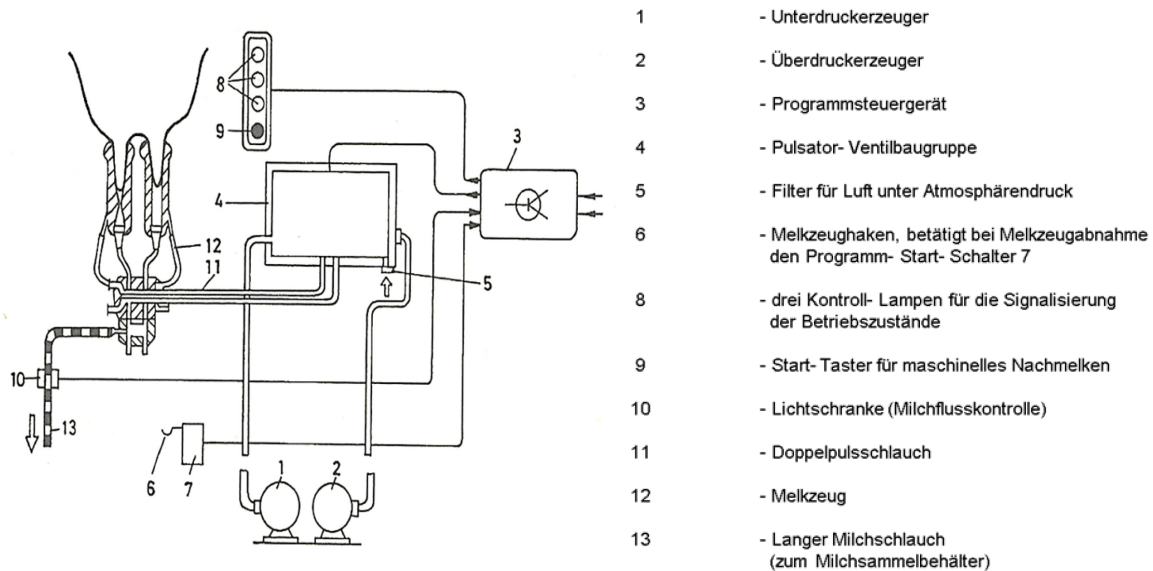


Bild 4: Physiomatik -System, Baugruppen und Funktion [4]

Figure 4: The system Physiomatic, modules and function [4]

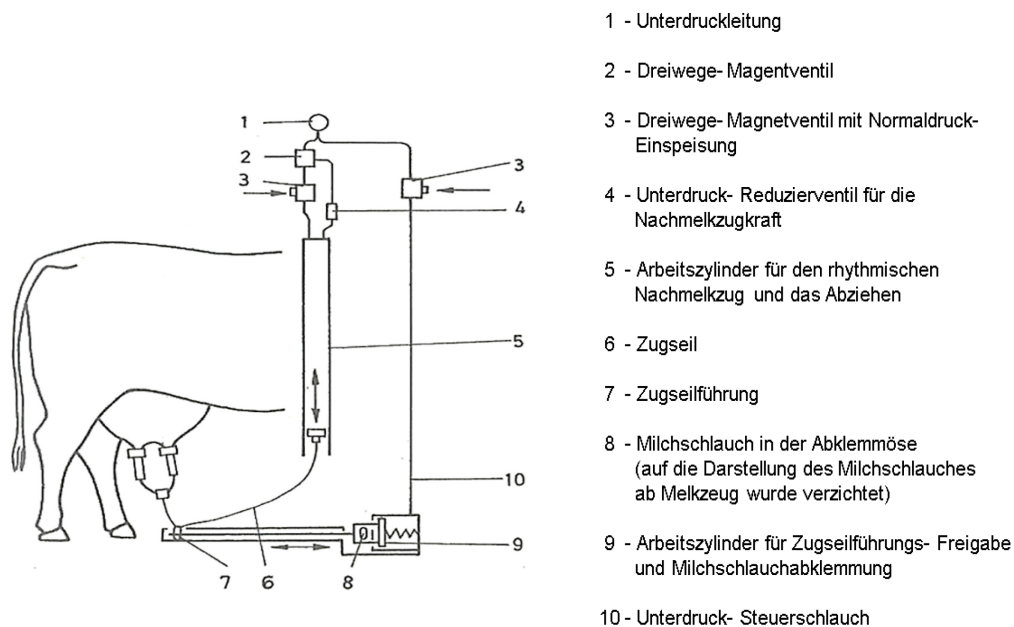


Bild 5: Automatische Nachmelkeinrichtung [4]

Figure 5: Automatic equipment for milking residual milk [4]

Die wichtigste Voraussetzung für ein Herdenmanagement in Milchviehbetrieben ist eine sichere und leicht erfassbare Tieridentifikation. Für die Erkennung der freilaufenden Tiere mussten neben den obligatorischen Ohrmarken neue Möglichkeiten geschaffen werden. Der erste Schritt war die Einführung von Halsbädern, die mit Nummern versehen waren, die auch über eine gewisse Distanz erkannt werden konnten. Alle dem Tier zuzuordnenden Daten mussten zunächst aus der Erinnerung bzw. einem handschriftlichen Protokoll dokumentiert werden. Die Nutzung von Blechmarken mit Lochrastern, die mit Tastköpfen abgelesen werden konnten erwies sich als nicht geeignet weil die Lochmuster schnell verschmutzten. Deshalb konzentrierten sich die Arbeiten Anfang der 80ziger Jahre auf die Entwicklung von Respondern, die eine solche Frequenzbreite aufweisen mussten, dass mindestens zwischen 2000 Tieren unterschieden werden konnte. Die Erkennungssysteme sind erstmalig 1986 auf einer öffentlichen Tagung vorgestellt worden(**Bild 6**).



Bild 6: Kuh mit Antwortsender (Responder) [2]

Figure 6: Cow with responder [2]

So genannte Bürocomputer wurden ab 1984/85 in Milchviehbetrieben eingesetzt, um die vielen anfallenden Daten zielgerichtet in Informationen für das Herdenmanagement zu transferieren [2]. Die Computer wurden im VEB Kombinat Robotron produziert. Sie arbeiteten mit einem eigenen rechnergebundenen System, dass mit westlichen Betriebssystemen nicht kompatibel war. Für diese Bürocomputer ist das Softwaresystem MIVI entwickelt worden, das ein Herdenmanagementsystem mit folgenden Modulen beinhaltete: Einzeltierdokumentation, Tierbestandskontrolle und Reproduktionsüberwachung, Leistungsgruppenbildung, Rationsberechnung und Futtereinsatzplanung, Optimierte Leistungsmerzung [2]. Zwischen 1984 und 1990 sind 50 Milchviehanlagen mit den Systemen ausgestattet worden. Allerdings wurde in keinem Betrieb bis 1990 ein Onlinebetrieb realisiert.

Zusammenfassung

Die in der ehemaligen DDR verfolgte Agrarpolitik führte u.a. auch dazu, dass große Milchviehanlagen errichtet wurden. Es stellte sich heraus, dass die gewünschte Leistungssteigerung und die Verbesserung der Arbeitsproduktivität nicht in dem erwarteten Maße erreicht wurden. Ein wesentlicher Grund dafür war, dass die konventionellen Mittel der Prozesssteuerung und -kontrolle nicht zu den großen Herden passten. Deshalb wurde damit begonnen, für verschiedene Verfahrensabschnitte elektronische Systeme zu entwickeln und auch in die Praxis einzuführen. Sie sollten dazu beitragen, das Futter zielgerichteter einzusetzen, die Melkarbeit zu erleichtern und den physiologischen Ansprüchen der Milchkühe besser Rechnung zu tragen sowie die Übersicht über die Herde bzw. über die Situation des Einzeltieres zu verbessern. Das ist zum Teil gelungen. Das Ziel, ein System mit einer Onlinedatenerfassung zu entwickeln konnte bis 1990 nicht mehr erreicht werden.

Literatur

- [1] -, -: Lehrbriefmanuskript zur Ausbildung von Erstarbeitskräften industriemäßig produzierender Anlagen der Rinderwirtschaft. Bildungszentrum Industrielle Milchproduktion. Dedelow, 1970.
- [2] Preuss, H. und Samland, R.: Technische Lösungen des Produktionskontrollsystems in der Milchproduktion. Tag- Ber., Akad. Landwirtsch.- Wiss. DDR, Berlin, 1986, 241, S. 117.
- [3] Reinsberg, B.: Technologische Untersuchungen zur Gestaltung einer leistungsabhängigen Gruppenfütterung bei Laufstallhaltung unter Beachtung von Lebendmasse- und Leistungsentwicklung der Kühe in der Laktation, Diss. HU Berlin, 1984.
- [4] Thum, E. et al.: Maschinen und Anlagen für die Tierproduktion, Deutscher Landwirtschaftsverlag, 1985, S. 335.

Bibliografische Angaben / Bibliographic Information

Empfohlene Zitierweise / Recommended Form of Citation

Kaufmann, Otto: Die Entwicklung des Elektronikeinsatzes in der Milchproduktion der DDR von 1970 bis 1990. In: Frerichs, Ludger (Hrsg.): Jahrbuch Agrartechnik 2016. Braunschweig: Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge, 2017. S. 1-7

Zitierfähige URL / Citable URL

<http://publikationsserver.tu-braunschweig.de/get/64189>

Link zum Beitrag / Link to Article

<http://www.jahrbuch-agrartechnik.de/index.php/artikelansicht/items/298.html>

